

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ  
UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Institut dopravy

Vyhodnocení záznamu jízdy hnacího vozidla s  
elektronickým rychloměrem

Evaluation of Record of Driving on Traction Vehicle  
with Electronic Speedometer

Student:

Bc. David Firek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Ostrava 2018

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Firek**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **2301T003 Dopravní technika a technologie**  
Specializace: **10 Kolejová doprava**  
Téma: **Vyhodnocení záznamu jízdy hnacího vozidla s elektronickým rychloměrem**  
**Evaluation of Record of Driving on Traction Vehicle with Electronic Speedometer**  
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Cílem práce je analyzovat data zaznamenávaná elektronickým záznamovým zařízením hnacích kolejových vozidel a navrhnout postupy analýzy těchto dat pro posuzování provozních situací.

Postup řešení:

1. Analýza možnosti záznamu dat o provozu a pohybu hnacích kolejových vozidel a možnosti jejich vyhodnocování.
2. Charakteristika technického řešení záznamu dat u vybrané řady hnacích vozidel.
3. Analýza zaznamenaných dat.
4. Návrh postupu analýzy zaznamenaných dat pro použití při běžné provozní kontrole.
5. Návrh postupu analýzy zaznamenaných dat pro použití při posuzování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě.
6. Provozně-technické hodnocení návrhů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podklady provozovatelů dopravy.

Podklady výrobců hnacích vozidel a záznamových zařízení.

Předpis ČD V 8/I - Předpis pro provoz a obsluhu rychloměrů.

Předpis ČD V 8/II - Předpis pro údržbu rychloměrů a vyhodnocování jejich záznamů.

Předpis SŽDC D 17 - Předpis pro hlášení a šetření mimořádných událostí.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 16. 5. 2018

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 16. 5. 2018

.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. David Firek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Františka Hajdy 26/1238 Ostrava-Hrabůvka

## **Anotace diplomové práce**

FIREK, D. *Vyhodnocení záznamu jízdy hnacího vozidla s elektronickým rychloměrem: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, fakulta strojní, Institut dopravy, 2018, 87 s. Vedoucí práce: Široký, J.

Cílem analytické části této diplomové práce je analyzování požadavků na záznamová zařízení kolejových vozidel. Druhým cílem analytické části je popis postupu zaznamenávání dat o provozu a pohybu vozidla u vybrané řady hnacích vozidel. V praktické části je cílem práce analýza zaznamenaných dat a popis postupu analýzy dat ve vyhodnocovacím software. Na tuto část navazují návrhy postupů analýz dat při běžné provozní kontrole a při stanovování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě.

## **Annotation of master thesis**

FIREK, D. *Evaluation of Record of Driving on Traction Vehicle with Electronic Speedometer: Master thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, The Institute of Transport, 2018, 87 p. Thesis head: Široký, J.

The aim of the analytical part of this master thesis is to analyze the requirements for the recording equipment of rolling vehicles. The second aim of this section is to describe the procedure for recording traffic data and vehicle movement in a selected range of driving vehicles. In the practical part the aim of the thesis is to analyze the recorded data and to describe the process of data analysis in the evaluation software. This part is followed by proposals for data analysis procedures in the course of routine operational control and for determining the causes of incidents in railway transport.

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce

Ing. Jaromírovi Širokému, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při řešení této práce.

## Obsah

Seznam použitých zkratk	8
Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	9
Úvod	10
1. Analýza možnosti záznamu dat o provozu a pohybu hnacího vozidla a možnost jejich vyhodnocování	11
1.1 Analýza obecných ustanovení	11
1.2 Historická řešení registrace pohybu drážních vozidel	14
1.2.1. Rychloměr Hausshälter	14
1.2.2. Registrační rychloměr ČSD –Tb	15
1.2.3. Registrační rychloměr TEL – R10	16
1.3. Současná řešení registrace pohybu hnacích vozidel	17
1.3.1. Mechanické registrační rychloměry drážních vozidel	17
1.3.2. Elektronický rychloměr řady ER	19
1.4. Analýza dynamiky pohybu kolejových vozidel	21
1.4.1. Analýza zrychlení pohybu	21
2. Charakteristika technického řešení záznamu dat u vybrané řady hnacích vozidel	26
2.1. Popis vybrané řady hnacích vozidel	26
2.1.1. Vlastní popis vozidla	26
2.1.2. Charakteristika technického řešení záznamu dat u lokomotivy Siemens Vectron	29
2.2. Postup získání dat o provozu a pohybu vozidla pro následnou analýzu	31
3. Analýza zaznamenaných dat	34
3.1. Otevření zaznamenaných dat ve vyhodnocovacím software JDRMDR	34
3.2. Práce se zaznamenanými daty	38
3.3. Popis a získání grafických výstupů	50
4. Návrh postupu analýzy zaznamenaných dat pro použití při běžné provozní kontrole	57
4.1. Obecná ustanovení	57
4.2. Využití programu JDRMDR pro běžnou provozní kontrolu	58
4.3. Využití programu MS Excel pro běžnou provozní kontrolu	63
5. Návrh postupu analýzy zaznamenaných dat pro použití při posuzování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě	68
5.1. Část analýzy zaznamenaných dat, při posuzování příčin mimořádných událostí, v prostředí vyhodnocovacího software JDRMDR	68
5.2. Část analýzy zaznamenaných dat, při posuzování příčin mimořádných událostí, v prostředí tabulkového editoru MS Excel	69
5.3. Stanovení velikosti tažné síly na obvodu kol	77
6. Provozně technické hodnocení návrhu řešení	83
7. Závěr	84

## Seznam použitých zkratk

HV – hnací vozidlo

SŽDC – Správa železniční dopravní cesty s.r.o.

SJR – sešitový jízdní řád

TTP – tabulky traťových poměrů

JDRMDR – Juridical and Maintenance Data Reader

## Seznam obrázků

Obr. 1: Rychloměr Hausshälter.[8] .....	15
Obr. 2: Registrační rychloměr ČSD – Tb. [9] .....	16
Obr. 3: Registrační rychloměr TEL – R10. [10] .....	17
Obr. 4: Registrační rychloměr firmy Metra Blansko (vlevo) a registrační rychloměr firmy Hasler (vpravo). [11, 12] .....	19
Obr. 5: Vertikální (vlevo) a horizontální (vpravo) provedení komunikační a indikační jednotky.[4] .....	21
Obr. 6: Průběh záznamu rychlosti.[4] .....	23
Obr. 7: Průběh záznamu rychlosti pro výpočet středního zrychlení.[4] .....	24
Obr. 8: Průběh záznamu rychlosti pro výpočet zrychlení od bodu.[4] .....	25
Obr. 9: Přehled jednotlivých provedení elektrických lokomotiv Vectron.[14] .....	27
Obr. 10: Uspořádání strojovny vícesystémové lokomotivy Siemens – Vectron. [15] .....	28
Obr. 11: Řez dieselelektrickým provedením lokomotivy Vectron.[15] .....	28
Obr. 12: Schéma propojení jednotlivých částí záznamového zařízení. ....	29
Obr. 13: Rozmístění a uspořádání skříně vlakových zabezpečovačů a Alstom skříně. ....	30
Obr. 14: Jednotka TRU.[7] .....	31
Obr. 15: TRU před připojením ethernet kabelu (vlevo) a TRU po připojení ethernet kabelu (vpravo).[7] .....	31
Obr. 16: Postup při získávání zaznamenaných dat pro potřebu jejich analýzy. ....	33
Obr. 17: Popis okna pro nastavení otevíraného souboru. ....	35
Obr. 18: Pracovní prostředí vyhodnocovacího softwaru JDRMDR. ....	38
Obr. 19: Nastavení funkce „Filtr“ .....	40
Obr. 20: Nastavovací okno funkce „Seřadit“ .....	41



Obr. 21: Zobrazení okna pro výběr sloupců do tabulky. ....	43
Obr. 22: Tabulka s výstupy signálů po nastavení zobrazení sloupců. ....	44
Obr. 23: První část okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Loco Data. ....	45
Obr. 24: Druhá část okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Loco Data. ....	46
Obr. 25: Obrázek první části okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Mirel. ....	48
Obr. 26: Obrázek druhé části oka „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Mirel. ....	49
Obr. 27: Okno „Konfigurace grafu“. ....	50
Obr. 28: Okno „Možnost zobrazení grafiky“. ....	52
Obr. 29: Zobrazení grafických údajů. ....	53
Obr. 30: Grafický výstup v podobě hlavního grafu. ....	54
Obr. 31: Vedlejší grafy zobrazující vybrané signály. ....	55
Obr. 32: Výsledný tvar tabulky, po přidání signálu ID_02 a seřazení podle jeho hodnoty. ....	59
Obr. 33: Část tabulky zaznamenaných hodnot při jízdě hnacího vozidla jako vlaku 140510. ....	59
Obr. 34: Část tabulky traťových poměrů TTP 301B – tabulka 6.[5]. ....	61
Obr. 35: Nastavení vyskakovacího okna „kopie tabulky“. ....	63
Obr. 36: Výsledný vzhled pomůcky pro kontrolu maximální povolené rychlosti. ....	64
Obr. 37: Tabulka zaznamenaných dat, po vyfiltrování části dat a přidání sloupce MIR_01. ....	65
Obr. 38: Nastavení okna „konfigurace grafu“ pro kontrolu zapnutí VZ. ....	65
Obr. 39: Grafický výstup, sloužící ke kontrole zapnutí VZ. ....	66
Obr. 40: Grafický výstup sloužící ke kontrole techniky vedení vlaku. ....	67
Obr. 41: Grafické znázornění průběhu rychlosti HV na daném úseku trati. ....	70
Obr. 42: Část tabulky sloužící ke stanovení zrychlení jako závislosti změny rychlosti na dráze. ....	71
Obr. 43: Graf závislosti zrychlení na kilometrické poloze pro 1. Úsek traťového úseku. ....	74
Obr. 44: Graf závislosti zrychlení na kilometrické poloze pro 2. Úsek traťového úseku. ....	74
Obr. 45: Graf závislosti zrychlení na kilometrické poloze pro 4. Úsek traťového úseku. ....	75
Obr. 46: Závislost hodnot středního zrychlení na množství ponechaných dat. ....	77
Obr. 47: Homogenní skupina vozidel na proměnlivém náhradním sklonu.[6] ....	80

## Seznam tabulek

Tab. 1: Technické parametry jednotlivých provedení lokomotivy Vectron.[10] ....	27
Tab. 2: Závislost středního zrychlení, na množství zaznamenaných dat. ....	76
Tab. 3: Hodnoty součinitele vlivu rotujících hmot $\rho$ . ....	81

## Úvod

Uplynula již dvě století od doby, kdy byla člověkem navržena a zkonstruována první parní lokomotiva. Stroj, který v počátcích budil hrůzu a působil jako ocelové monstrum. První parní lokomotiva ve svých počátcích potřebovala na ujetí vzdálenosti šestnácti kilometrů, dnes již úsměvnou dobu, čtyři hodiny. Vývoj se ovšem nedá zastavit, a tak se i železniční vozidla, stejně jako vše kolem nás, začala postupem času stále více zrychlovat. Dnes si již pouze těžko představíme, že bychom sebe nebo náklad, přepravovali rychlostí, která není o nic vyšší, než rychlost chůze. Stejně, jako se postupem času zvyšovala maximální rychlost železničních vozidel, rostly stejně tak také nároky na zařízení, které tuto rychlost přenášejí v podobě hodnoty na rychloměru strojvedoucímu a které tuto hodnotu také zaznamenávají. Problematika týkající se rychloměrů a práce se záznamy průběhu jízdy mě zaujali natolik, že jsem rozhodl, pojmut ji jako téma své diplomové práce.

Vývoj těchto zařízení, se nezastavil ani u nás, kdy jsme se od registračních rychloměrů, zaznamenávajících pouze rychlost, ujetou dráhu a čas, dostali až k zařízením, která jsou schopna registrovat několikanásobně více různých signálů s daleko větší přesností. Zpracování historického vývoje registračních rychloměrů na území České, potažmo Československé republiky od první poloviny dvacátého století do současnosti, spolu s aktuálními požadavky na tato zařízení, je prvním bodem této diplomové práce. Neboť jsem se při tvorbě této diplomové práce zabýval záznamovým zařízením a zaznamenanými daty, hnacího vozidla Siemens – Vectron, bylo potřeba, jak toto vozidlo, tak také zařízení zaznamenávající data o provozu a pohybu vozidla, popsat. Z tohoto důvodu, byl do této diplomové práce zařazen druhý bod, jehož obsahem je popis, jak záznamového zařízení, tak i hnacího vozidla samotného spolu s návrhem postupu, popisujícího stažení zaznamenaných dat z hnacího vozidla. Na tuto činnost v provozu obvykle navazuje zpracování získaných dat ve vyhodnocovacím software. Další, v pořadí třetí, částí této diplomové práce je tedy část, věnující se problematice návrhu postupu a způsobů analýzy zaznamenaných dat o provozu a pohybu vozidla ve vyhodnocovacím software. Protože jsou určenými zaměstnanci v provozu zaznamenaná data průběžně kontrolována a analyzována, byl do této diplomové práce zahrnut další, čtvrtý bod, věnující se návrhu a algoritmizaci postupu zpracování zaznamenaných dat pomocí vyhodnocovacího software pro použití při běžné provozní kontrole. Na tuto část navazuje pátá a zároveň poslední část této diplomové práce, zabývající se zpracováním návrhu postupu práce se zaznamenanými daty v prostředí vyhodnocovacího software pro použití při posuzování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě.

# **1. Analýza možnosti záznamu dat o provozu a pohybu hnacího vozidla a možnost jejich vyhodnocování**

## **1.1 Analýza obecných ustanovení**

Z vyhlášky 173/1995 vyplývají následující požadavky na záznamová zařízení kolejových vozidel.

Pro možnosti analýzy pohybu a dynamiky drážních vozidel, musí existovat záznam o pohybu těchto vozidel. Tento záznam je zaznamenáván registračním zařízením.

Pro drážní vozidla jednotlivých drah stanoví legislativa České republiky následující požadavky na registrační zařízení a registraci pohybu vozidel.

Pro drážní vozidla dráhy celostátní, regionální a vlečky platí, že hnací drážní vozidlo a řídící vůz, musí mít registrační rychloměr. Registrační rychloměr musí registrovat:

- rychlost vozidla v závislosti na ujeté dráze,
- dobu stání vozidla,
- dobu jízdy vozidla,
- čas,
- obsluhu tlačítka bdělosti vlakového zabezpečovače, popřípadě zařízení pro kontrolu bdělosti osoby řídící drážní vozidlo (pokud je tímto zařízením dané vozidlo vybaveno),
- doplňkové veličiny podle typu rychloměru. [1]

Každé hnací drážní vozidlo a speciální hnací vozidlo, jehož rychlost je vyšší než  $40 \text{ km.h}^{-1}$  musí být vybaveno registračním rychloměrem. Hnací vozidlo určeno pro rychlost vyšší než  $100 \text{ km.h}^{-1}$  musí být vybaveno přesným kalibrovaným digitálním rychloměrem s korekcí průměru kol. Speciální hnací vozidlo, jehož rychlost je v rozmezí  $10 \text{ km.h}^{-1}$  až  $40 \text{ km.h}^{-1}$  včetně, musí být osazeno alespoň rychloměrem bez registrace. U řídících vozů a drážních hnacích vozidel elektrické a motorové trakce, musí být indikační část rychloměru na stanovišti, ze kterého se dané vozidlo řídí.

Pro drážní vozidla dráhy speciální platí, že stanoviště osoby, která řídí drážní vozidlo pro přepravu cestujících, musí být vybaveno registračním rychloměrem, který musí zobrazovat nejméně okamžitou rychlost drážního vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , čas a počet ujetých kilometrů.

Registrační část rychloměru musí být umístěna tak, aby při nehodě nedošlo k jejímu poškození, a musí registrovat nejméně posledních 1000 metrů ujeté dráhy se záznamem:

- dráhy a rychlosti,
- času,
- druhu použité brzdy,
- směru pohybu vozidla,
- zapnutí zabezpečovacího zařízení,
- povolávacích kódů zabezpečovacího zařízení,
- zakazujícího kódu zabezpečovacího zařízení.

Speciální hnací vozidlo musí být vybaveno rychloměrem, který musí zobrazovat alespoň okamžitou rychlost v  $\text{km.h}^{-1}$  a počet ujetých kilometrů.

Předpis V8/I společnosti České dráhy a.s. vychází z předchozích požadavků, obsažených ve vyhlášce 173/1995 a zároveň tyto požadavky následujícím způsobem doplňuje.

Z předpisu V8/I vyplývá, že každé hnací vozidlo i speciální hnací vozidlo (s výjimkou vozidel s výkonem do 115 kW a konstrukční rychlostí do  $40 \text{ km.h}^{-1}$ ) musí být vybaveno registračním zařízením, které zaznamenává jak základní, tak i doplňkové veličiny o činnosti hnacího drážního vozidla popř. speciálního drážního vozidla. Na každém stanovišti strojvedoucího, odkud je činné hnací drážní vozidlo nebo speciální hnací vozidlo řízeno, musí být zařízení, dávající nepřetržitě strojvedoucímu informaci o okamžité rychlosti řízeného vozidla.

Pro provoz hnacího drážního vozidla musí být použit takový typ rychloměru, který je pro dané hnací vozidlo schválen. [2]

Hnací drážní vozidlo, u kterého se vyskytuje porucha s rychloměrnou soustavou, nesmí být přistaveno na výkon, při kterém by z něj měla být řízena rychlost vozidla, popřípadě ovládána průběžná brzda.

Rychloměr musí kromě registrace rychlosti také spolehlivě plnit další funkce, podle svého konstrukčního uspořádání a podle technických podmínek stanovených pro jeho provoz. Údržba rychloměru musí být prováděna podle stanovených pokynů pro údržbu a musí zajišťovat předpoklady pro jeho bezporuchový stav.

Platí, že indikační rychloměry okamžitou rychlost vozidla pouze indikují, popřípadě ovládají rychlostní kontakty pro některá zařízení, jako jsou například vlakový zabezpečovač nebo

mazání okolků. Registrační rychloměry musí proti tomu registrovat jak základní veličiny, tak i zapojené doplňkové veličiny. Mezi základní veličiny patří:

- Rychlost v závislosti na ujeté dráze,
- čas,
- doba jízdy a stání vozidla,
- obsluha tlačítka vlakového zabezpečovače nebo zařízení pro kontrolu bdělosti pokud je jím dané vozidlo vybaveno (například svícením modrého světla návěstního opakovače vlakového zabezpečovače),
- svícení červeného světla návěstního opakovače vlakového zabezpečovače (pokud je vozidlo vybaveno zařízením vlakového zabezpečovače s návěstním opakovačem).

Mezi doplňkové veličiny patří například:

- Tlak vzduchu průběžné brzdy v hlavním potrubí,
- odpad ventilu vlakového zabezpečovače,
- zdvižení sběrače u elektrického HV,
- svícení dalších světél na návěstním opakovači,
- směr jízdy,
- volba směru,
- použití rychlobrzdy,
- přenos signálů vlakového zabezpečovače,
- použití houkačky,
- napájení kabelu vlakového topení,
- požadavek přímočinné brzdy,
- požadavek provozního brzdění,
- a jiné.

Registrace veličin může být prováděna dvěma způsoby:

- Mechanicky – hrotem na papírový proužek, u mechanických rychloměrů,
- Elektronicky – do pevné paměti rychloměru, u elektronických rychloměrů.

Pohon mechanického rychloměru od dvojkolí vozidla může být mechanický (ohebným nebo pevným kloubovým hřídelem) nebo elektrický. U elektronických rychloměrů je výhradně

elektrický. Elektronický rychloměr dále musí umožňovat nastavení údaje skutečného průměru kol. Mechanický rychloměr toto nastavení umožňovat může, ale nemusí.

Rozsah u rychloměrů s ručičkovým ukazatelem a měřicí rozsah rychloměru s digitálním ukazatelem musí být alespoň o  $10 \text{ km.h}^{-1}$  větší, než konstrukční rychlost vozidla, ve kterém je tento rychloměr nainstalován. [2]

Při řízení hnacího drážního vozidla se strojvedoucí řídí údajem rychloměru, přičemž na případné odchylky mezi skutečnou a indikovanou rychlostí nebere zřetel. Pokud strojvedoucí zjistí rozdíl mezi údajem skutečné a indikované rychlosti, který přesahuje  $\pm 2\%$ , musí provést zápis do Knihy předávky vozidla, Knihy oprav daného vozidla a při hlášení konce služby, tuto skutečnost oznámit strojmistrovi a zapsat ji do Knihy příhod.

## **1.2 Historická řešení registrace pohybu drážních vozidel**

V následujícím textu jsou popsána zařízení pro registraci pohybu drážních vozidel, která byla používána u kolejových hnacích vozidel na území bývalé ČSR od první poloviny 20. Století.

### **1.2.1. Rychloměr Hausshälter**

Mezi nejstarší typy registračních rychloměrů, které byly používány u kolejových hnacích vozidel na území bývalé ČSR, patří registrační rychloměr Hausshälter, vyráběný firmou Seidel & Neumann Dresden. Tento registrační rychloměr se používal u parních lokomotiv v první polovině 20. Století.

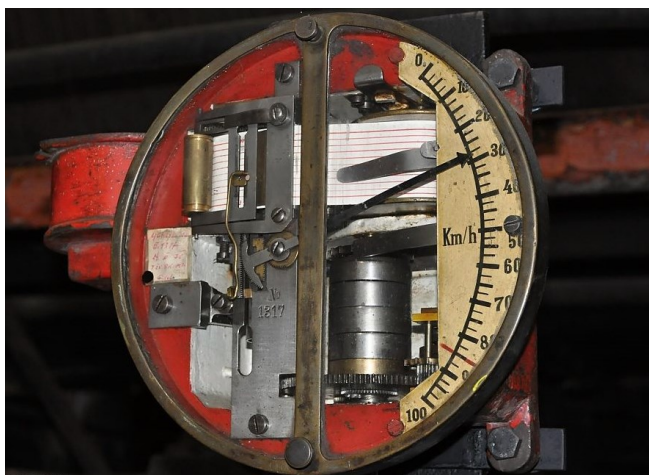
Záznam byl nespojitý a prováděl se na papírový proužek o šířce 50 mm vpichováním ocelových jehel, které byly umístěny v přímce kolmé na směr posuvu papírového proužku.

Tento rychloměr indikoval rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ .

Rychloměr registroval rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , ujetou dráhu a čas.

Posun záznamového proužky byl pouze časový, odvozený od hodinového strojku, který byl za jízdy samočinně natahován od pohonu rychloměru. Při stání byl poháněn perem strojku, ale pouze po dobu 15 až 20 minut.

Rychloměr Hausshälter registroval hodnotu střední rychlosti v časovém intervalu 12 sekund při vzdálenosti vpichů 0,8 mm. Čas byl zaznamenáván vpichy, přičemž jejich vzdálenost 6 mm představovala dobu 1,5 minuty. Dráha byla registrována vpichy, jejichž vzdálenost představovala ujetou dráhu 1/2 kilometru nebo 1/3 kilometru podle rozsahu rychloměru.



*Obr. 1: Rychloměr Hausshälter.[8]*

### **1.2.2. Registrační rychloměr ČSD –Tb**

Další generací registračních rychloměrů, které byly používány v první polovině 20. Století především na parních lokomotivách, byl registrační rychloměr ČSD – Tb. Tento registrační rychloměr vycházel z rychloměru firmy Hasler.

Registrace veličin se u tohoto rychloměru prováděla na papírový proužek o šířce 55 mm spojitým pohybem stříbrných hrotů, umístěných v přímce kolmé na směr posuvu papírového proužku. Záznam byl u tohoto typu rychloměru na rozdíl od rychloměru Hausshälter spojitý.

Rychloměr indikoval: rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , čas v minutách a hodinách.

Rychloměr registroval: rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , čas, ujetou dráhu a směr pohybu.

Posuv záznamového papírového proužku byl při jízdě odvozen od ujeté dráhy. Při stání vozidla byl časový, odvozený od hodinového strojku, který se za jízdy natahoval samočinně od pohonu rychloměru. Při stání byl poháněn perem strojku a to po dobu 20 až 40 minut. Při stání vozidla představoval posuv proužku o 2 mm dobu jedné minuty.

Rychloměr rychlost registroval do pásma o konstantní šířce (40 mm) a to pro všechny rozsahy rychloměrů.

Časový interval byl 2 sekundy. Čas byl zaznamenáván spojitou „zubatou“ čarou, přičemž jeden zub představoval dobu jedné minuty. Dráha byla při dráhovém posunu registrována vpichy, přičemž jejich vzdálenost 4 mm představovala ujetou dráhu ½ kilometru.



*Obr. 2: Registrační rychloměr ČSD – Tb. [9]*

### **1.2.3. Registrační rychloměr TEL – R10**

Dalším registračním rychloměrem, který byl používán u vozidel ČSD již v první polovině 20. Století, byl registrační rychloměr TEL – R10 firmy Hasler A. G. Bern. Registraci veličin prováděl do vrstvy nezasychající barvy, nanesené na skleněném kotouči, který se za pohybu vozidla otáčel. Tento registrační rychloměr byl použit jen u vybrané skupiny motorových vozů.

Na skleněném kotouči byla předtištěna rychlostní stupnice v soustředných kruzích, přičemž vrstva barvy byla nanášena válečkem.

Rychloměr indikoval: rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$  a ujetou dráhu v kilometrech.

Rychloměr registroval: rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , ujetou vzdálenost a účinek tlakové brzdy.

Posun záznamového proužku byl odvozen od poháněcího hřídele. Při stání byl kotouč v klidu. Tento typ rychloměru registroval rychlost spojitě, přičemž hodnota nulové rychlosti byla na vnějším obvodu kotouče. Časový interval byl 1 sekunda. Užitečná délka záznamu byla 520



metrů, přičemž jeden dílek předtištěné stupnice představoval dráhu 2 metry. Činnost brzdového zařízení byla zaznamenávána vně rychlostní stupnice pisátkem.



*Obr. 3: Registrační rychloměr TEL – R10. [10]*

### **1.3. Současná řešení registrace pohybu hnacích vozidel**

V následující podkapitole budou popsány příklady registračních rychloměrů, které jsou v současné době využívány v kolejových vozidlech na území České republiky.

V současné době se používají registrační rychloměry, které pracují na následujících principech záznamu registrovaných veličin:

- Mechanické registrační rychloměry – záznam sledovaných veličin je prováděn spojitě, působením mechanických hrotů na záznamový proužek, který má speciální povrchovou úpravu,
- Elektronické registrační rychloměry – záznam sledovaných veličin se realizuje ne elektronický záznamový nosič, kterým je nejčastěji EPROM karta.

#### **1.3.1. Mechanické registrační rychloměry drážních vozidel**

V současné době tvoří převážnou část mechanických registračních rychloměrů na hnacích vozidlech zařízení, která jsou odvozena od registračních rychloměrů typu TELOC RT od

firmy Hasler A. G. Bern. U nás byly takovéto registrační rychloměry vyráběny firmou Metra Blansko, popř. Laboratorními přístroji Praha.

Tyto registrační rychloměry umožňují kromě registrace základních veličin registrovat také provádění doplňkové registrace dalších veličin a generovat některé řídicí signály v závislosti na rychlosti nebo na ujeté dráze (např. mazání okolků, deaktivace kontroly bdělosti strojvedoucího při stání vozidla atd.).

Záznam veličin se provádí na papírový proužek šířky 102 mm, který má speciální povrchovou úpravu. Tou je buď vrstva parafínu, která se při mechanickém působení hrotů poruší a je při určitém úhlu dopadu světla viditelná anebo v současné době více používaná speciální povrchová úprava záznamového proužku, kterou je speciální vrstva citlivá na mechanické působení, které vyvolá změnu barvy této vrstvy.

Rychloměr indikuje: rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , ujetou dráhu v kilometrech a čas v minutách a hodinách.

Rychloměr registruje: rychlost vozidla v  $\text{km.h}^{-1}$ , čas v hodinách, dobu jízdy a stání v minutách, ujetou dráhu, obsluhu tlačítka bdělosti, signalizaci návěsti „Stůj“ na opakovači a volitelně další dvou či třístavové veličiny.

Přenos otáčení dvojkolí, od něhož je stanovována registrována rychlost a ujetá dráha vozidla je možný těmito způsoby:

- Ohebným hřídelem,
- pevným hřídelem,
- elektricky.

Při stání vozidla je pohon hodinového strojku pro indikaci, záznam času a posuv papírového proužku pružinou, která je napínána kličkou na čelní straně rychloměru obsluhou vozidla.

Posuv záznamového proužku při jízdě je odvozen od ujeté dráhy. Při stání vozidla je posuv proužku dovozen od hodinového strojku. Dráhový posuv bývá u většiny rychloměrů 5mm na 1 kilometr ujeté dráhy. Časový posun bývá u většiny rychloměrů 5mm za hodinu stání.

Rychloměr registruje rychlost do pásma o konstantní šířce 40 mm pro všechny rozsahy rychloměrů, přičemž záznam rychlosti je spojitý. Čas je registrován dvěma záznamy. Jeden je hodinový, přičemž dochází k tomu, že v celou hodinu je na proužek vyznačen tento čas bodem s uvedením hodiny v intervalu 0 až 23. Samostatně je spojitý minutový záznam, kdy záznam v rozpětí 10 minut je realizován pohybem písátka v pásmu širokém 20 mm.

K registraci dráhy dochází prostřednictvím vpichů realizovaných posouvacím válcem rychloměru.

Na následujícím obrázku 4 je na levé straně obrázku ukázka registračního rychloměru firmy Metra Blansko a na straně pravé obrázku ukázka registračního rychloměru firmy Hasler.



*Obr. 4: Registrační rychloměr firmy Metra Blansko (vlevo) a registrační rychloměr firmy Hasler (vpravo).  
[11, 12]*

### 1.3.2. Elektronický rychloměr řady ER

Elektronický rychloměr typové řady RE1xx je elektronické zařízení, které slouží především pro měření, zobrazení a záznam rychlosti a ujeté dráhy kolejového vozidla. Rychloměr je vyráběn společností UniControls – Tramex s.r.o.

Nahrazuje všechny funkce tachografů s papírovým záznamem.

Kromě těchto základních funkcí je rychloměr schopen registrace dalších dvoustavových (binárních) a analogových vstupních signálů, které charakterizují dynamiku jízdy kolejového vozidla.

Rychloměr může spolupracovat také s jinými zařízeními kolejového vozidla a to prostřednictvím kontaktů výstupních relé nebo polovodičových spínačů, které mohou být

závislé na čase, rychlosti, dráze, atd. Prostřednictvím sériové komunikace umožňuje komunikovat, tj. předávat nebo přejímat nejrůznější informace s palubním počítačem, popřípadě s dalšími zařízeními vozidla. [4]

Záznam vlastní dynamiky kolejového vozidla je realizován do polovodičové paměti FLASH. Určité konfigurace jednotky elektroniky umožňují také záznam do paměti tzv. „černé skříňky“. Zaznamenaná data je možno přenést do PC a dále s nimi pracovat.

Elektronický rychloměr RE sestává z těchto komponent:

- Komunikační a indikační jednotka,
- snímač tlaku,
- snímač otáček,
- jednotka elektroniky,
- svorkovnice,
- přijímač časové informace.

Komunikační jednotky slouží k zobrazení rychlosti a jako rozhraní mezi rychloměrem a strojvedoucím. Indikace rychlosti je navíc doplněna o ukazatele na bázi LED, a to ukazatel předvolené rychlosti (žlutý) a maximální rychlosti (červený). Strojvedoucí komunikuje s elektronickým rychloměrem pomocí klávesnice a alfanumerického displeje jednotky.

Informace o pohybu vozidla jsou získávány ze snímače otáček umístěného na nápravě, který je umístěn přes svorkovnici na rámu vozidla. Tlak vzduchu v průběžném potrubí brzdy je snímán snímačem tlaku. Přijímač časové informace slouží k synchronizování rodin rychloměru.

Do vnitřní paměti FLASH jsou ukládány statistické informace, a to informace o ujeté dráze, rychlosti, tlaku, stavu digitálních vstupů, atd. Při maximální osazené kapacitě paměti je možné zaznamenat 100000 až 200000 kilometrů jízdy vozidla. Součástí záznamu jsou pak i související údaje jako: průměr kol, číslo vlaku, číslo strojvedoucího, atd.

Data o dynamice jízdy kolejového vozidla, která jsou uložena v paměti FLASH je možné přenést paralelním kabelem nebo USB do počítače. Vyhodnocovací software pracuje pod operačním systémem Windows a nabízí mnoho způsobů archivace a vyhodnocení dat z rychloměru.

Soubor programů určených k vyhodnocování dat sestává z následujících modulů:

- Manažer souboru jízd,
- modul stahování dat,
- modul pro grafické zobrazení jízd,
- editor traťových značek.



*Obr. 5: Vertikální (vlevo) a horizontální (vpravo) provedení komunikační a indikační jednotky.[4]*

## **1.4. Analýza dynamiky pohybu kolejových vozidel**

Tato část práce se zabývá výpočty a analýzou dynamických charakteristik pohybu drážních vozidel a to výpočty a analýzou zrychlení vozidla.

### **1.4.1. Analýza zrychlení pohybu**

#### **1.4.1.1. Teoretický úvod**

Obecný fyzikální vztah, pro zrychlení ve směru pohybu je definován, jako změny rychlosti podle času. [4]

Vztah pro zrychlení v závislosti na ujeté dráze můžeme vyjádřit:

$$a = v \cdot \frac{dv}{dt} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.1)$$

Pro výpočty využívané při analýze pohybu vozidel nebo jejich skupin na základě obrazu záznamu jejich pohybu je vhodné převést předchozí vztahy na diferenční tvar:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.2)$$

a následně upravit:

$$a = v \cdot \frac{\Delta v}{\Delta l} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.3)$$

Pro stanovení hodnoty zrychlení mezi dvěma body záznamu pohybu vozidla, je možné použít vztah:

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_1^2 - v_0^2}{\Delta s} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.4)$$

Kde jednotlivé proměnné vyjadřují:

$v_0$        $[m \cdot s^{-1}]$       rychlost v počátečním bodu výpočtu

$v_1$        $[m \cdot s^{-1}]$       rychlost v koncovém bodu výpočtu

$\Delta s$        $[m]$       dráha mezi počátečním bodem výpočtu a koncovým bodem výpočtu

**Okamžité zrychlení v bodě záznamu  $V_i$**  představuje zrychlení vozidla vypočtené z parametrů pohybu vozidla zjištěných z obrazu záznamu rychlosti v blízkém okolí  $\pm \Delta s_i$  posuzovaného bodu. Za předpokladu lineárního průběhu rychlosti mezi body rychlostního záznamu je pak okamžité zrychlení v bodě  $V_i$  závislé na numerickém řešení středové derivace průběhu rychlosti v okolí bodu  $V_i$ , jejíž výpočet nezáleží na velikosti okolí tohoto bodu  $\pm \Delta s_i$  a na hodnotě okamžité rychlosti v tomto bodě.

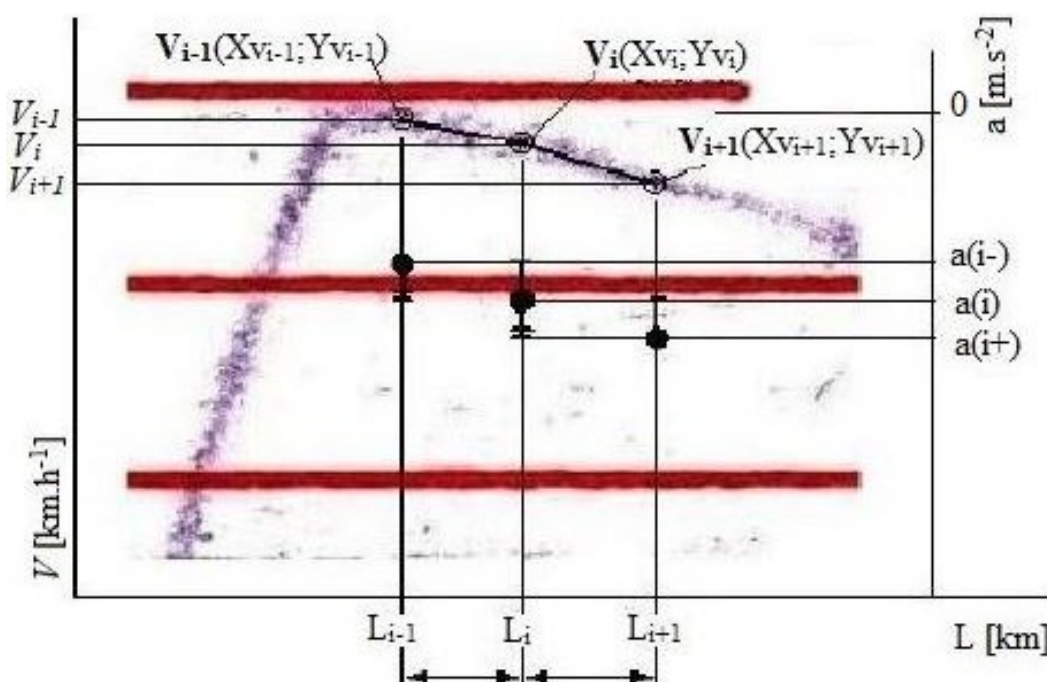
**Zrychlení k bodu zleva  $a_{i-}$**  je vypočtená hodnota zrychlení v bodě  $V_i$ , stanovená z parametrů pohybu vozidla mezi bodem posuzování a bezprostředně předcházejícím bodem ve směru pohybu vozidla.

**Zrychlení k bodu zprava  $a_{i+}$**  je vypočtená hodnota zrychlení v bodě  $V_i$ , stanovená z parametrů pohybu vozidla mezi bodem posuzování a bezprostředně následujícím bodem ve směru pohybu vozidla.

#### 1.4.1.2. Okamžité zrychlení v bodě záznamu

Výpočet okamžitého zrychlení v bodě záznamu  $V_i$  vychází z následujícího obrázku 6. Pro výpočet hodnoty okamžitého zrychlení v bodě  $V_i$  musíme znát:

- Hodnoty rychlosti  $V_{i-1}$  a polohy  $L_{i-1}$  bodu  $V_{i-1}$  bezprostředně předcházejícího posuzovanému bodu rychlostního záznamu  $V_i$ ,
- hodnoty rychlosti  $V_i$  a polohy  $L_i$  posuzovaného bodu  $V_i$ ,
- hodnoty rychlosti  $V_{i+1}$  a polohy  $L_{i+1}$  bodu  $V_{i+1}$  bezprostředně následujícího posuzovaný bod rychlostního záznamu  $V_i$ .



Obr. 6: Průběh záznamu rychlosti.[4]

Okamžitá hodnota zrychlení vozidla  $a(i)$  v bodě  $V_i$  se vypočítá podle následujícího vztahu:

$$\begin{aligned}
 a(i) &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \cdot V_i \cdot \left( \frac{V_{i+1} - V_i}{S_{i+1}} - \frac{V_i - V_{i-1}}{S_i} \right) = \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \cdot V_i \cdot \left( \frac{V_{i+1} - V_i}{L_{i+1} - L_i} - \frac{V_i - V_{i-1}}{L_i - L_{i-1}} \right) \cdot k_{SJ} \quad [m \cdot s^{-2}]
 \end{aligned}
 \tag{1.4.1.1.5}$$

V případě, kdy není možno stanovit rychlost  $V_{i+1}$  popřípadě polohu bodu  $L_{i+1}$  bodu  $V_{i+1}$  bezprostředně následujícího bodu rychlostního záznamu, pak se v bodě  $V_i$  vypočte pouze zrychlení k bodu zleva  $a_{i-}$  podle následujícího vztahu:

$$a(i -) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \cdot V_i \cdot \left( \frac{V_i - V_{i-1}}{L_i - L_{i-1}} \right) \cdot \frac{k_{SJ}}{10^3} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.6)$$

V případě, kdy není možno stanovit rychlost  $V_{i-1}$  popřípadě polohu bodu  $L_{i-1}$  bodu  $V_{i-1}$  bezprostředně předcházejícího bodu rychlostního záznamu, pak se v bodě  $V_i$  vypočte pouze zrychlení k bodu zprava  $a_{i+}$  podle následujícího vztahu:

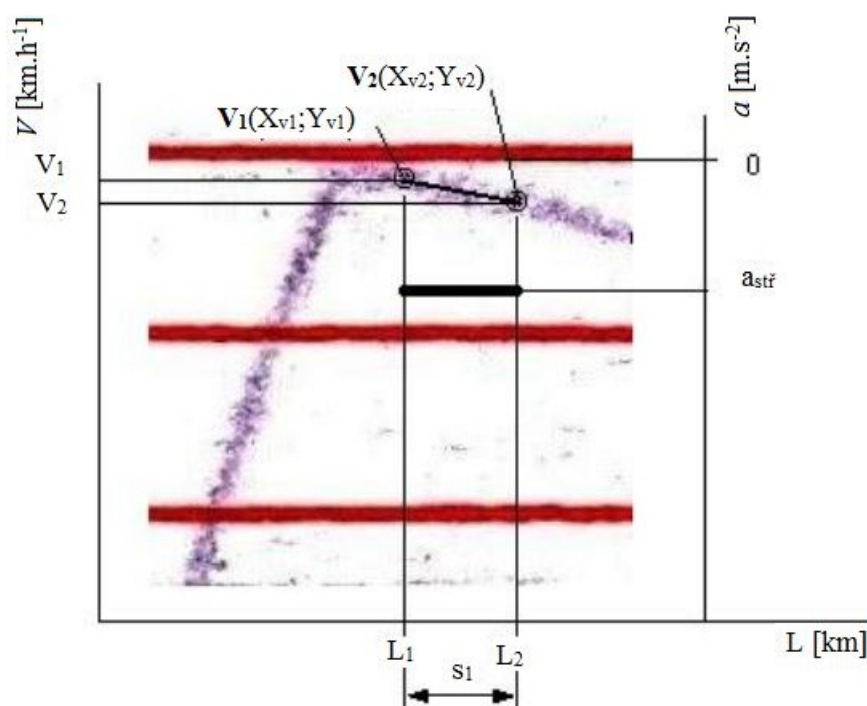
$$a(i +) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \cdot V_i \cdot \left( \frac{V_{i+1} - V_i}{L_{i+1} - L_i} \right) \cdot \frac{k_{SJ}}{10^3} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.7)$$

### 1.4.1.3. Střední zrychlení mezi body

Výpočet středního zrychlení mezi body  $V_1$  a  $V_2$  vychází z následujícího obrázku Obr. 7.

Podmínkou pro výpočet hodnot zrychlení mezi body  $V_1$  a  $V_2$  je znalost:

- hodnoty průměrné rychlosti  $V_1$  a polohy  $L_1$  počátečního bodu posuzovaného průběhu rychlostního záznamu,
- hodnoty průměrné rychlosti  $V_2$  a polohy  $L_2$  koncového bodu posuzovaného průběhu rychlostního záznamu.



Obr. 7: Průběh záznamu rychlosti pro výpočet středního zrychlení. [4]

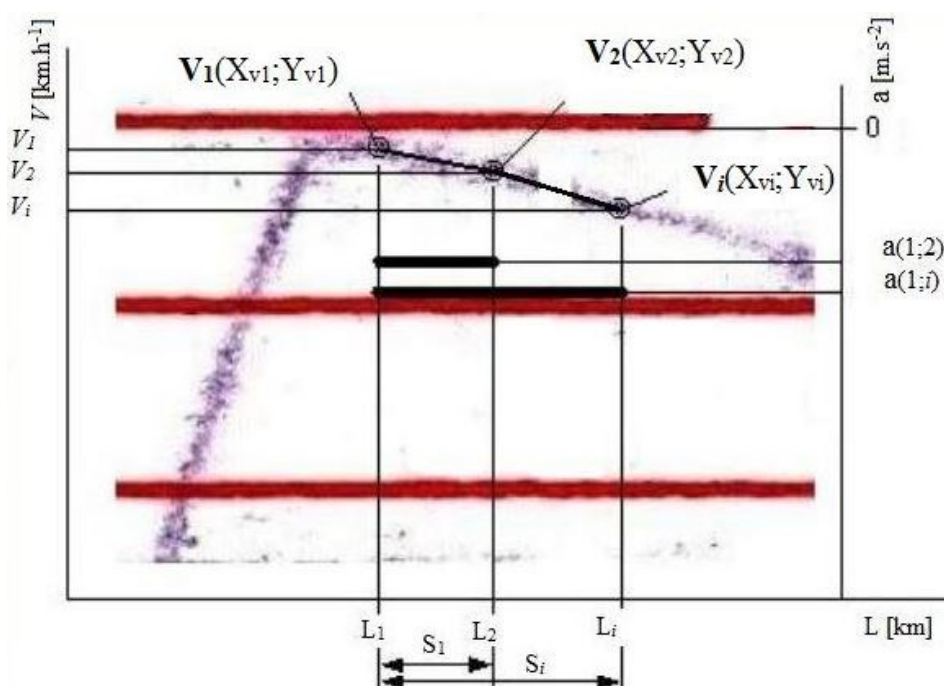


Střední zrychlení mezi body  $a_{stř}$  se vypočte z následujícího vztahu, který získáme úpravou vztahu (1.4.1.1.4)

$$a_{stř} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \cdot k_{SJ} \cdot \left( \frac{V_2^2 - V_1^2}{L_2 - L_1} \right) \cdot 10^{-3} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.8)$$

#### 1.4.1.4. Postupné zrychlení od bodu

Výpočet postupného zrychlení od bodu rychlostního záznamu vychází z následujícího obrázku 8.



Obr. 8: Průběh záznamu rychlosti pro výpočet zrychlení od bodu.[4]

Postupné zrychlení od bodu  $V_1$  do bodu  $V_2$  představuje postupnou změnu hodnoty středního zrychlení  $a(1;2)$  až  $a(1;i)$  mezi body  $V_1, V_2$  až  $V_1, V_i$  rychlostního záznamu. Tento výpočet je nejčastěji využíván při analýze teoretických drah vozidla. [4]

Hodnota postupného zrychlení  $a(1; i)$  mezi body  $V_1; V_i$  rychlostního záznamu se vypočte dle následujícího vztahu:

$$a(1; i) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \cdot k_{SJ} \cdot \left( \frac{V_i^2 - V_1^2}{L_i - L_1} \right) \cdot 10^{-3} [m \cdot s^{-2}] \quad (1.4.1.1.9)$$

## **2. Charakteristika technického řešení záznamu dat u vybrané řady hnacích vozidel**

### **2.1. Popis vybrané řady hnacích vozidel**

Jako hnací vozidlo, u kterého bude popsán záznam dat o provozu a pohybu, jsem zvolil lokomotivu Siemens – Vectron. Jde o výrobek německé firmy Siemens AG, která patří mezi největší elektrotechnické firmy na světě. Její portfolio pokrývá řešení především pro oblast průmyslu, energetiky, dopravy a veřejné infrastruktury, technologie budov a zdravotnictví. Firma zaměstnává přes 350 tisíc pracovníků. [13]

#### **2.1.1. Vlastní popis vozidla**

Lokomotiva Vectron byla schválena nejprve pro provoz na území Německé spolkové republiky a to koncem roku 2012. Jde o druhou generaci interoperabilních lokomotiv, přičemž vychází z první generace interoperabilních lokomotiv firmy Siemens AG a to lokomotiv Eurorunner ER 20 a Europrinter ES 64 U4. Tyto lokomotivy byly vytvořeny jako platformy, modifikovatelné pro použití v jednotlivých zemích, podle daných požadavků (sběrač, odrušení, vlakový zabezpečovač, radiostanice, atd.). Na základě provozu více než 1600 lokomotiv první generace interoperability byla tedy vyvinuta lokomotiva druhé generace interoperability – Vectron. [14]

Mezi přednosti lokomotivy Vectron patří:

- Schopnost rychle dopravovat těžké vlaky napříč evropskými zeměmi,
- vysoká spolehlivost vozidla, která je podpořena novými formami služeb v oblasti údržby,
- snadné a rychlé přizpůsobení se provozu ve vybraných zemích.

Lokomotiva je zkonstruována typově vyzkoušena a schválena ve své maximální verzi pro provoz na území patnácti evropských zemí. Je řešena jako čtyřsystémová a to pro:

- napájecí soustavu stejnosměrnou 1,5 kV
- napájecí soustavu stejnosměrnou 3 V

- napájecí soustavu střídavou 15 kV 16,7 Hz
- napájecí soustavu střídavou 25 kV 50 Hz [13]

Dále je vybavena čtyřmi sběrači různých tvarů, třinácti typy vlakových zabezpečovačů a díky svému výkonu a rychlosti je vhodná jak pro nákladní tak i osobní dopravu.



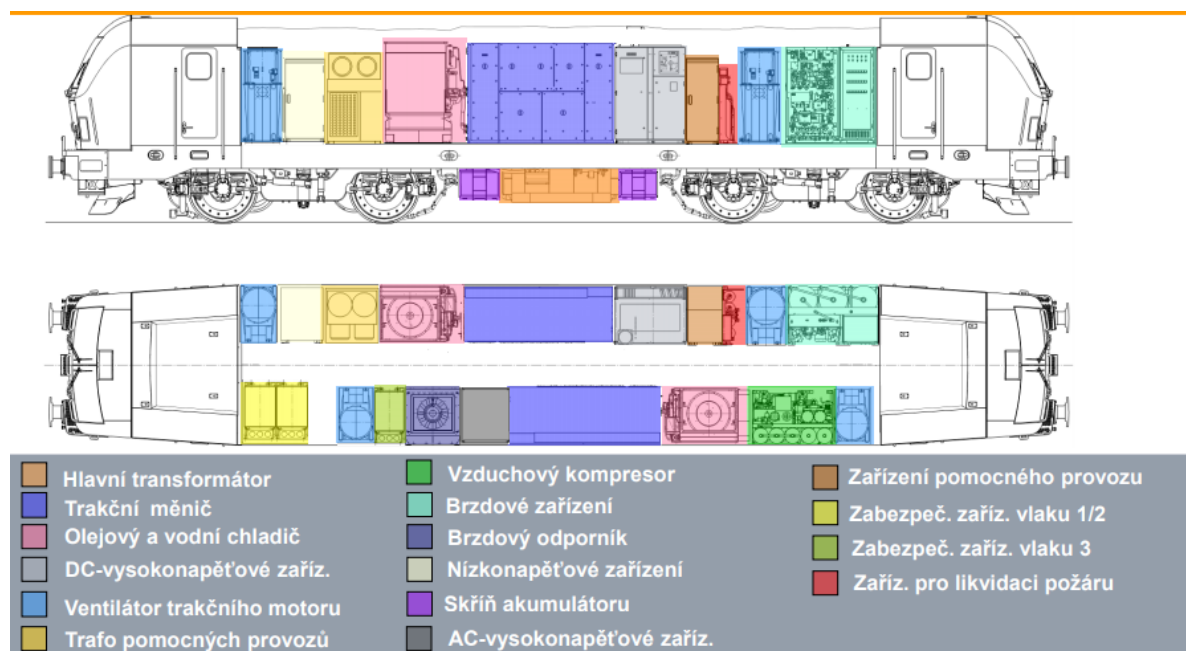
Obr. 9: Přehled jednotlivých provedení elektrických lokomotiv Vectron.[14]

Technické parametry jednotlivých provedení zobrazených na Obrázku 9 jsou popsány následující tabulkou ve stejném pořadí.

Tab. 1: Technické parametry jednotlivých provedení lokomotivy Vectron.[14]

	Vícesystémová lokomotiva	Lokomotiva na střídavý proud - vysoký výkon	Lokomotiva na střídavý proud - střední výkon	Lokomotiva na stejnosměrný proud - střední výkon
Uspořádání pojezdu	Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo'
Napájecí systémy	AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 50 Hz	DC 3 kV
	AC 15 kV 16,7 Hz	AC 15 kV 16,7 Hz	AC 15 kV 16,7 Hz	DC 1,5 kV
	DC 3 kV			
	DC 1,5 kV			
Nejvyšší trakční výkon (kW)	6400	6400	5200	5200
Tažná síla při rozjezdu (kN)	300	300	300	300
Nejvyšší rychlost (km/h)	160 / 200	160 / 200	160	160 / 200
Hmotnost (t)	cca 87	cca 85	cca 82	cca 80
Rozchod (mm)	1435 až 1676	1435 až 1676	1435 až 1676	1435 až 1676

Na následujícím obrázku je boční pohled na lokomotivu Vectron a příklad uspořádání strojovny vícesystémové verze lokomotivy Vectron s výkonem 6400 kW. [15]



Obr. 10: Uspořádání strojovny vícesystémové lokomotivy Siemens – Vectron. [15]

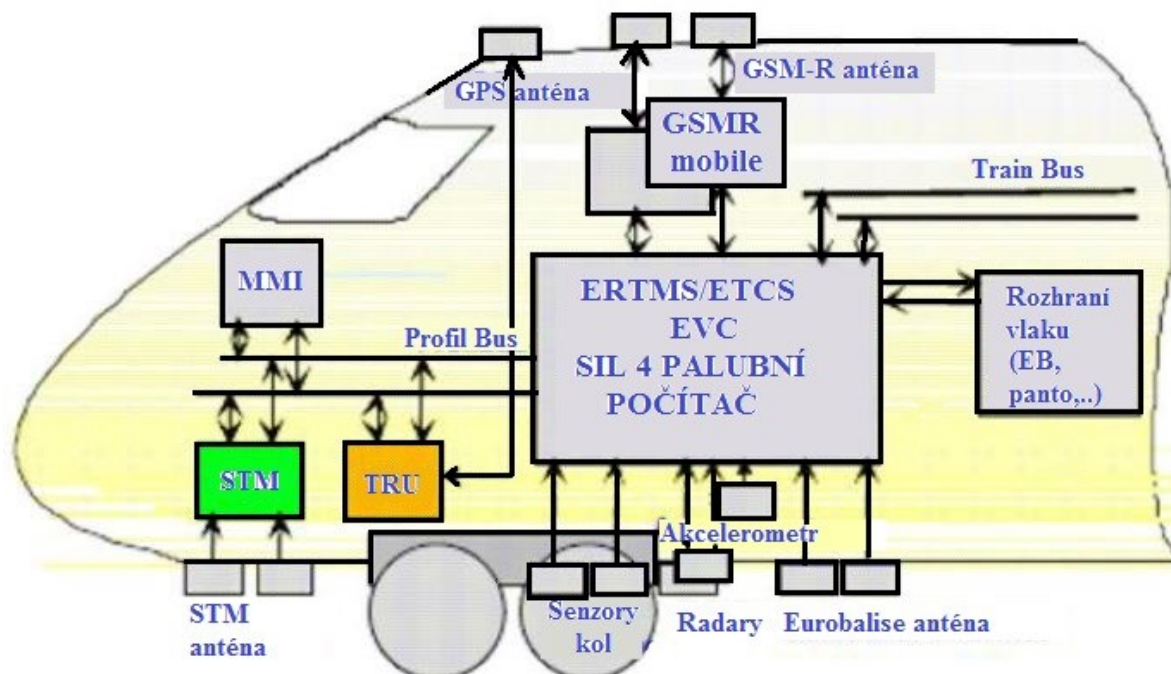
Dále se lokomotiva Vectron vyrábí také v diesel-elektrickém provedení, přičemž tato verze disponuje výkonem 2200/2400 kW. Uspořádání pojezdu je stejně jako u elektrických verzí typu Bo'Bo'. Tažná síla při rozjezdu lokomotivy je 275 kN, přičemž její nejvyšší rychlost je  $160 \text{ km.h}^{-1}$ . Dále je na lokomotivě umístěna nádrž na palivo o objemu 4000 litrů. Hmotnost celého vozidla je okolo 83 tun v závislosti na zvoleném provedení. Lokomotiva může být vyráběna pro rozchod šířky 1435 až 1676 mm při nejvyšší hmotnosti na nápravu 22 tun. Řez diesel-elektrickým provedením lokomotivy Vectron je zobrazen na obrázku 11.



Obr. 11: Řez diesel-elektrickým provedením lokomotivy Vectron.[15]

### 2.1.2. Charakteristika technického řešení záznamu dat u lokomotivy Siemens Vectron

Popis získávání, přenosu a zaznamenávání dat o provozu a pohybu lokomotivy Siemens Vectron vychází z následujícího obrázku.



Obr. 12: Schéma propojení jednotlivých částí záznamového zařízení.

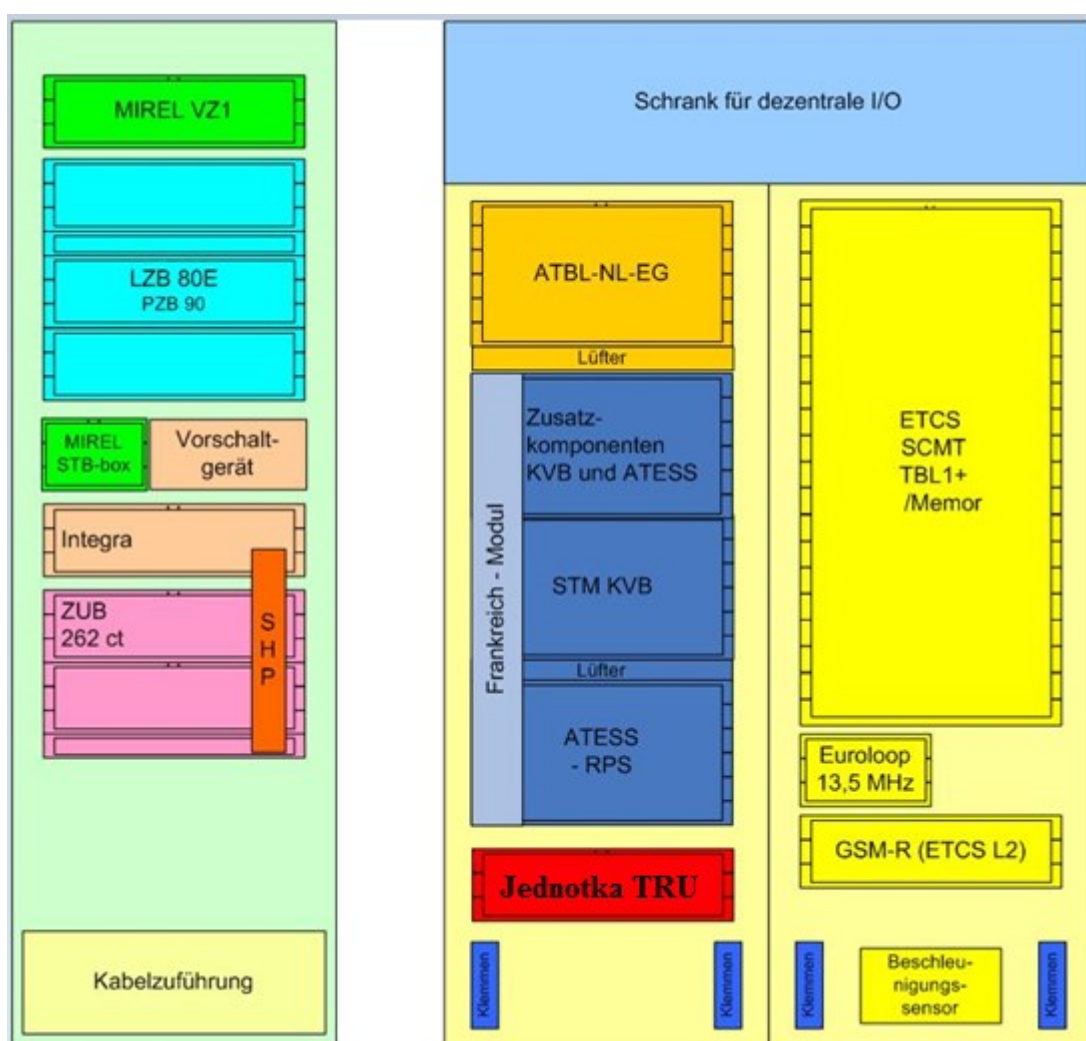
Data o provozu a pohybu lokomotivy jsou ukládána do jednotky TRU (Train recording unit), s kapacitou paměti 2 gb, pracující s dvěmi rozhraními a to s rozhraním RS232 a s rozhraním Ethernet M12-RJ45. Tato jednotka je určena pro lokomotivy s ALSTOM ETCS. [12]

Hlavními úkoly jednotky TRU je:

- Záznam JRU (Juridical recording unit). Jedná se o data jurisdikce, která se vyznačují vyšší přesností oproti DRU datům. Tato data jsou v paměti záznamové jednotky uchovávána po dobu 48 hodin. Jedná se o paměť, která je odolná proti následkům nehody a slouží k záznamu dat, použitelných při určování příčin vzniku nehodové události,
- Záznam DRU (Diagnostic recording unit). Slouží k zaznamenávání diagnostických údajů. Tato data mají vlastní záznamovou jednotku. Jednotlivé druhy DRU dat budou popsány v následující kapitole, která se věnuje analýze zaznamenaných dat získaných z lokomotivy Siemens Vectron,
- Signální záznam vnitrostátních systémů řízení vlaků.



Jednotka TRU je umístěna ve strojovně lokomotivy uvnitř tzv. Alstom skříně, která se nachází vedle skříně vlakových zabezpečovačů. Pokud potřebuje určený zaměstnanec stáhnout z TRU jednotky zaznamenaná data, musí po otevření dveří Alstom skříně otevřít také druhé dveře, které se nachází za prvními dveřmi Alstom skříně a na kterých se nachází jističe. Před odklopením těchto druhých dveří musí vypnutím příslušného jističe zajistit bezpečný stav pro další práci s TRU jednotkou (např. připojení ethernet kabelu, atd.). Uspořádání skříně vlakových zabezpečovačů a umístění jednotky TRU uvnitř Alstom skříně je zachyceno na následujícím obrázku.



Obr. 13: Rozmístění a uspořádání skříně vlakových zabezpečovačů a Alstom skříně.

Samotná jednotka TRU je ve své přední části vybavena několika signalizačními kontrolkami, které zaměstnance informují o stavu a procesech, probíhajících uvnitř jednotky. Zaměstnanec je informován o tom, zda je jednotka v provozu (power on), o tom, zda je online, o možném druhu poruchy jednotky (chyba paměti JRU, chyba systému), případně o tom, že probíhá stahování dat. Jednotka TRU je zobrazena na následujícím obrázku.



Obr. 14: Jednotka TRU.[7]

### 2.3. Postup získání dat o provozu a pohybu vozidla pro následnou analýzu

Následující podkapitola popisuje postup a posloupnost úkonů, potřebných pro získání dat o provozu a pohybu vozidla k následné analýze. Postup se skládá z těchto kroků:

- 1) Určený zaměstnanec po otevření dvířek Alstom skříně vypne příslušný jistič, čímž uvede zařízení do bezpečného stavu, potřebného pro další manipulaci s jednotkou,
- 2) Následně vyšroubuje šroub, který zajišťuje kryt, pod kterým se nacházejí svorkovnice, které jsou určeny k propojení jednotky s přenosným počítačem pomocí ethernet kabelu M12-RJ45. Poté propojí jednotku s přenosným počítačem pomocí ethernet kabelu. Následující obrázek zachycuje TRU před a po připojení ethernet kabelu.



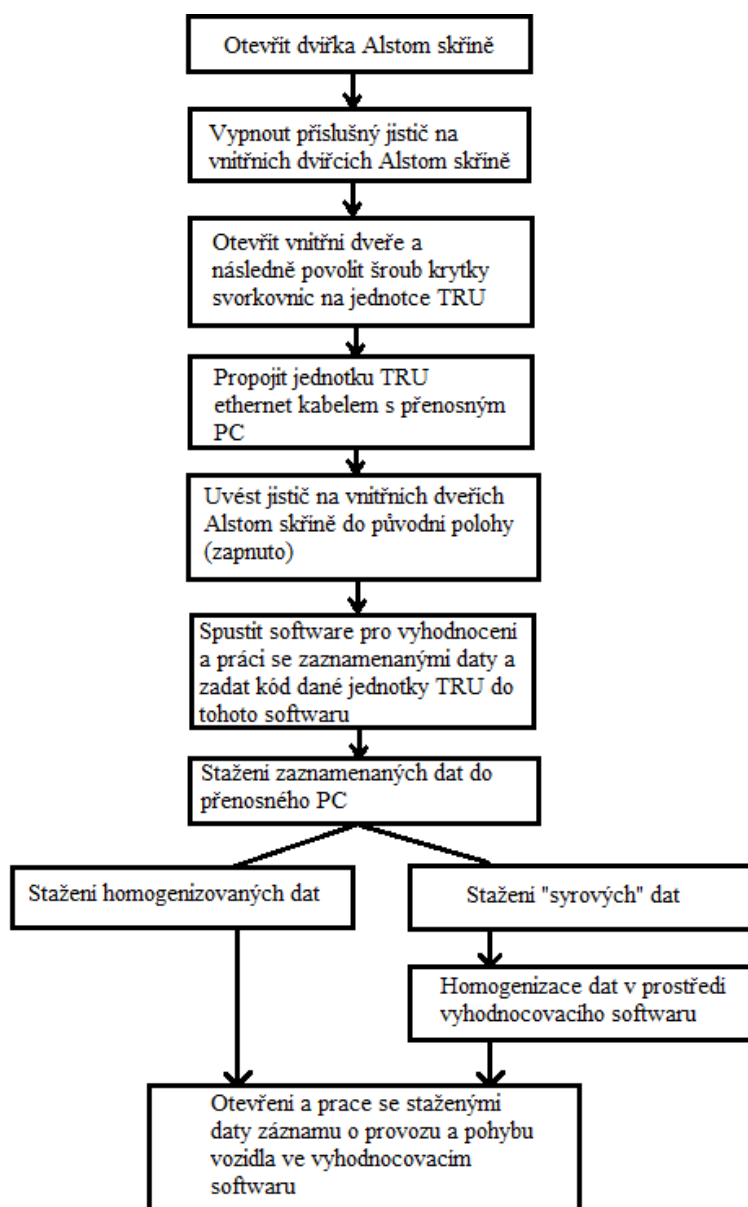
Obr. 15: TRU před připojením ethernet kabelu (vlevo) a TRU po připojení ethernet kabelu (vpravo).[7]

- 3) Následně uvede jím vypnutý jistič do polohy zapnuto. Pro práci s jednotkou TRU a také pro práci s daty, musí mít zaměstnanec k dispozici program pro vyhodnocování dat o provozu a pohybu vozidla. Pro účely této diplomové práce byl použit program JDRMDR, který bude blíže specifikován v následující kapitole. Zaměstnanec tedy zadá do vyhodnocovacího programu v jeho osobním počítači kód dané TRU jednotky. Tento kód se pro každou jednotku a tudíž i každé vozidlo liší. Toto opatření má zabránit nekvalifikovaným osobám v manipulaci s TRU jednotkou. Po zadání kódu následuje stažení dat do osobního počítače. Obsluha zařízení má možnost několika nastavení procesu stahování, kde může vybrat způsob formátování dat, druh propojení přenosného PC s TRU jednotkou a také vybrat druh dat, které chce z jednotky TRU stáhnout. Zaměstnanec si dále může nastavit knihovnu, do které budou daná data stažena.
- 4) Po stažení dat z TRU jednotky přepne zaměstnanec jistič opět do bezpečné polohy a uvede jednotku do původního stavu odpojením ethernet kabelu a následným zavřením a zašroubováním krytky na přední části TRU jednotky. Poté zaměstnanec uzavře vnitřní dveře Alstom skříně, na kterých se nacházejí jističe, a přepne jím vypnutý jistič do počáteční polohy (zapnuto), čímž uvede jednotku do původního stavu. Poté uzavře samotnou Alstom skříň a tím je vozidlo uvedeno do původního stavu. Následuje práce s daty.
- 5) Otevření stažených dat v programu pro vyhodnocování záznamu o provozu a pohybu vozidla může probíhat dvěma způsoby:
- **Automatická homogenizace.** Pokud zaměstnanec nastavil při stahování dat z jednotky TRU možnost automatické homogenizace dat po načtení, může při vyhodnocování záznamu v programu pro vyhodnocování záznamu o provozu a pohybu vozidla okamžitě otevřít soubor ve formátu, s nímž je daný program schopen pracovat. Tato varianta ovšem obnáší delší dobu připojení přenosného PC s jednotkou TRU (až několik hodin), neboť data jsou formátována automaticky až po přenosu z jednotky do PC, přičemž obě zařízení musí být celou dobu propojena.
  - **Stažení „syrových“ dat.** Protože při použití předchozího postupu je potřeba propojení přenosného PC a jednotky TRU i po stažení dat, je vhodnější použít postup, kdy jsou stažena „syrová“ data a tato jsou později importována do



vyhodnocovacího programu. Výhodou tohoto postupu je, že po stažení dat není k jejich homogenizaci potřeba propojení přenosného PC s jednotkou TRU, tudíž lokomotiva nemusí být odstavena déle než je potřeba a zaměstnanec může potřebné úkony vykonat mimo vozidlo.

Pokud chce tedy zaměstnanec použít pro vyhodnocování záznamu „syrová“ data, musí nejprve tato data pomocí možnosti IMPORT importovat do programu pro vyhodnocování záznamu o provozu a pohybu vozidla, který provede jejich homogenizaci do formátu, se kterým dokáže pracovat. Poté již může postupovat stejně, jakoby data formátoval ihned po stažení. Postupy pro otevření a práci s daty budou nastíněny v další kapitole, věnující se analýze zaznamenaných dat. Následný vývojový diagram stručně popisuje postup stažení a případného upravení dat, před samotnou analýzou těchto dat.



Obr. 16: Postup při získávání zaznamenaných dat pro potřebu jejich analýzy.

### **3. Analýza zaznamenaných dat**

V následující kapitole bude popsán vyhodnocovací software, který slouží k vyhodnocení zaznamenaných dat o provozu a pohybu kolejového vozidla. Pro potřeby této diplomové práce byl využit software JDRMDR, který slouží jak pro analýzu, tak také pro stažení zaznamenaných dat z jednotky TRU, která je u lokomotiv Siemens Vectron využívána. Tento softwarem je dodáván firmou Alstom.

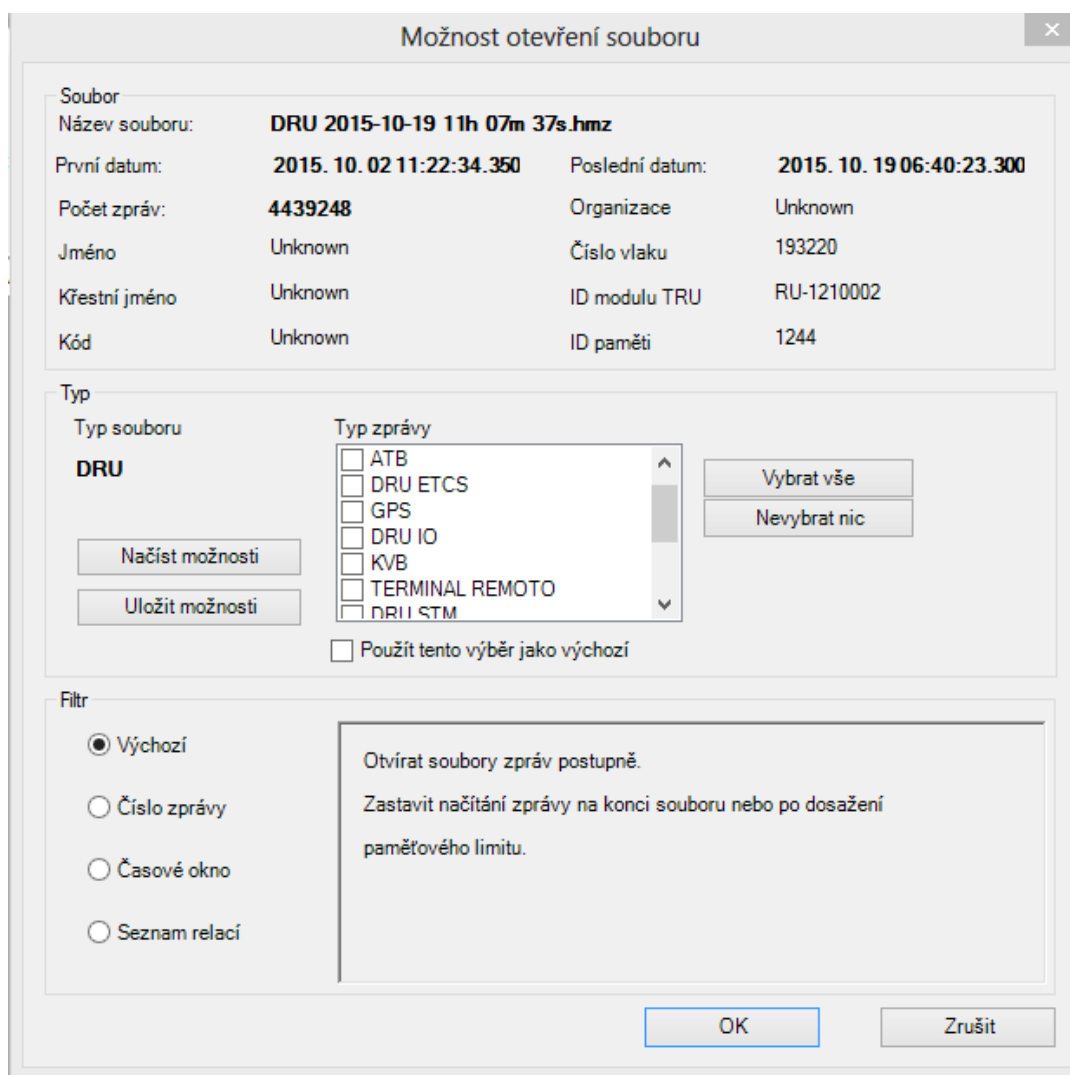
Tato kapitola je rozdělena do jednotlivých podkapitol, které popisují práci se softwarem v jednotlivých fázích analýzy záznamu o provozu a pohybu kolejového vozidla.

#### **3.1. Otevření zaznamenaných dat ve vyhodnocovacím software JDRMDR**

Pokud chceme v software JDRMDR pracovat se zaznamenanými daty o provozu a pohybu hnacího vozidla, je nejprve potřeba tato data stáhnout z jednotky TRU daného vozidla a následně tato data konvertovat na pro software použitelný formát .hmz. Postupy, kterými taková data získáme, byly již popsány v předchozí kapitole – charakteristika technického řešení záznamu dat u vybrané řady hnacího vozidla.

Pro potřeby této diplomové práce, byla použita zaznamenaná data z lokomotivy Siemens Vectron, která patří společnosti Loko Train s.r.o. Jedná se o záznam o provozu a pohybu vozidla, který zaznamenává přibližně 17 dnů provozu této lokomotivy.

Pro práci s tímto datovým souborem si musíme tedy nejprve spustit vyhodnocovací software JDRMDR. Po spuštění tohoto programu se před námi zobrazí základní pracovní plocha, ve které ale zatím nemáme velké množství ikon podbarvených, což znamená, že některé funkce tohoto softwaru nemůžeme využít. Pro plné zprovoznění většiny ikon je zapotřebí otevření souboru se zaznamenanými daty. Otevření požadovaného souboru provedeme následovně. Nejprve vybereme v levé horní části obrazovky ikonu otevřené složky, která představuje funkci otevřít. Po kliknutí na tuto ikonu se uživateli zobrazí vyskakovací okno, které jej vyzývá k výběru souboru, který je určen k analýze. Poté, co uživatel vybere požadovaný soubor, zvolíme možnost otevřít. Po kliknutí na tlačítko otevřít se uživateli zobrazí nové okno s názvem „možnosti otevírání souboru“, ve kterém má možnost nastavení rozsahu a parametrů u jím vybraného souboru. Výstřižek tohoto okna je zobrazen na následujícím obrázku.



Obr. 17: Popis okna pro nastavení otevíraného souboru.

V horní části tohoto okna se vyskytují základní parametry tohoto souboru. Tato část okna se nazývá „soubor“. Nejprve je zde vlastní název vybraného souboru k otevření. Následně v druhém řádku jsou 2 parametry s názvem „první datum“ a s názvem „poslední datum“. Tyto dva parametry nám zobrazují časový rozsah zaznamenaných dat. Můžeme si všimnout, že námi vybraný soubor obsahuje, jak již bylo řečeno v předchozí části této kapitoly, záznam přibližně sedmnácti dní provozu lokomotivy a to od 2. 10. 2015 do 19. 10. 2015. Dále si můžeme všimnout, že zaznamenaný čas se zaznamenává s přesností na 5 setin vteřiny. V pořadí třetí řádek zobrazuje další dva parametry a to parametr s názvem „počet zpráv“, který uživatele informuje o počtu zaznamenaných zpráv v daném souboru a parametr organizace. Pokud se podíváme na první parametr, tak zjistíme, že v tomto souboru je to necelých 4,5 milionu záznamů. Druhý parametr nebyl zaměstnancem, který tato data z lokomotivy stahoval vyplněn. Další tři řádky uživatele informují o dalších šesti parametrech záznamu. Levá část těchto tří řádků zobrazuje parametry týkající se provozního zaměstnance, který provedl stažení těchto dat z hnacího vozidla a to nejprve ve čtvrtém řádku pod položkou

s názvem „jméno“ uvádí jeho příjmení, v dalším řádku křestní jméno a v posledním šestém řádku jeho kód. Pokud se zaměříme na pravou část posledních tří řádků, zjistíme, že čtvrtý řádek popisuje pod položkou „číslo vlaku“ číslo daného hnacího vozidla, v tomto případě se jedná o hnací vozidlo 193 220. Pátý a šestý řádek poté popisuje identifikační údaje jednotky TRU, ze které byla tato data stažena a identifikační číslo paměti.

Ve střední části tohoto okna se vyskytuje část s názvem „Typ“. Nejprve se v levé horní části této oblasti nachází položka s názvem „Typ souboru“, která informuje obsluhu o druhu stažených dat. V našem případě se jedná o data typu DRU (Diagnostic recording unit). Ve střední části se nachází pod názvem „Typ zprávy“ rolovací okno, které slouží k výběru specifického typu zpráv, které mají být analyzovány. V našem případě se v tomto okně vyskytují následující možnosti:

- ATB,
- DRU ETCS,
- GPS,
- DRU IO,
- KVB,
- TERMINAL REMOTO,
- DRU STM,
- TBL,
- TBL+1,
- Unknown,
- DRUMVB

Pokud chce uživatel vybrat pro další práci s daty všechny typy zpráv, může napravo od tohoto rolovacího okna vybrat klepnutím na tlačítko „vybrat vše“ všechny typy zpráv. Stejně tak, pokud nechce vybrat žádnou z nabízených možností, použije možnost s názvem „Nevybrat nic“. Dále se zde vyskytuje nalevo od rolovacího okna další dvě možnosti a to možnost „Načíst možnosti“ a možnost „Uložit možnosti“. První zmíněná možnost slouží pro případy, kdy uživatel při předchozí práci se soubory v programu JDRMDR vybral pouze některé typy zpráv, a tento výběr uložil do konfigurační knihovny, aby při další práci s jinými datovými soubory nemusel zdlouhavě vybírat jednotlivé typy zpráv. Druhá možnost slouží právě k onomu uložení požadovaných typů zpráv. V tomto případě uživatel nejprve v rolovacím okně vybere pro něj důležité typy zpráv a tento výběr následně tlačítkem „uložit možnosti“ uloží pod určitým názvem do konfigurační knihovny, ze které může, při práci s dalšími

datovými soubory, použitím tlačítka „načíst možnosti“, vybírat jím uložená nastavení podle potřeby. Poslední možností, která se ve střední části vyskakovacího okna nachází, je možnost umístěná pod rolovacím oknem. Jedná se o okno s názvem „použít tento výběr jako výchozí“, které slouží pro případy, kdy uživatel požaduje, aby došlo při otevírání každého souboru se zaznamenanými daty k výběru stejných typů zpráv. Uživatel tedy vybere určité typy zpráv a zakřížkováním tohoto okna zajistí, že při příštím otevírání jakéhokoliv datového souboru dojde k výběru stejných typů zpráv.

Ve spodní části vyskakovacího okna se nachází oblast s názvem „Filtr“. Tato část slouží uživateli k filtrování zaznamenaných zpráv podle několika parametrů. V levé části této oblasti se vyskytují 4 možnosti sloužící k sortování dat. V pravé části této oblasti se vyskytuje okno, které je pro každou z těchto čtyř možností rozdílné a které se mění v závislosti na tom, která možnost je uživatelem vybrána. Uživatel může vybrat jednu z těchto možností:

- Výchozí,
- Číslo zprávy,
- Časové okno,
- Seznam relací.

Pokud uživatel vybere možnost výchozí, dojde k otevření všech typů zpráv, kdy se načítání zpráv zastaví pouze až po načtení celého souboru nebo po dosažení paměťového limitu.

Vybere-li uživatel možnost číslo zprávy, zobrazí se v pravé polovině oblasti tabulka se dvěma řádky, kdy první řádek s názvem „Počet zpráv“ nastaví počet zpráv, které budou z datového souboru načteny a druhý řádek s názvem „Číslo první zprávy“ nastaví číslo zprávy, od které budou zprávy počítány. Vybere-li například uživatel v kolonce „Počet zpráv“ hodnotu 10 000 a následně v kolonce „Číslo první zprávy“ hodnotu 20 000 získá pro další práci s daty zprávy s pořadovými čísly v rozmezí 20 000 – 30 000.

Další možností, která se vyskytuje v levé části oblasti „Filtr“, je možnost „Časové okno“. Po výběru této možnosti se uživateli v pravé části oblasti „Filtr“ zobrazí dva řádky, přičemž první má název „Datum začátku“ a druhý „Datum konce“. Uživatel nastavením hodnot v těchto řádcích nastaví časové rozmezí, ve kterém chce daná data analyzovat, tzn., vyfiltruje data, která odpovídají jemu vybranému časovému rozmezí. Uživatel zde nastavuje jak datum, tak také čas první a poslední zprávy a to s přesností na sekundy.

Poslední možností, kterou oblast „Filtr“ nabízí, je možnost „Seznam relací“. Tato možnost nabízí k výběru zprávy, které jsou zaznamenávány v určitých relacích. Po výběru této

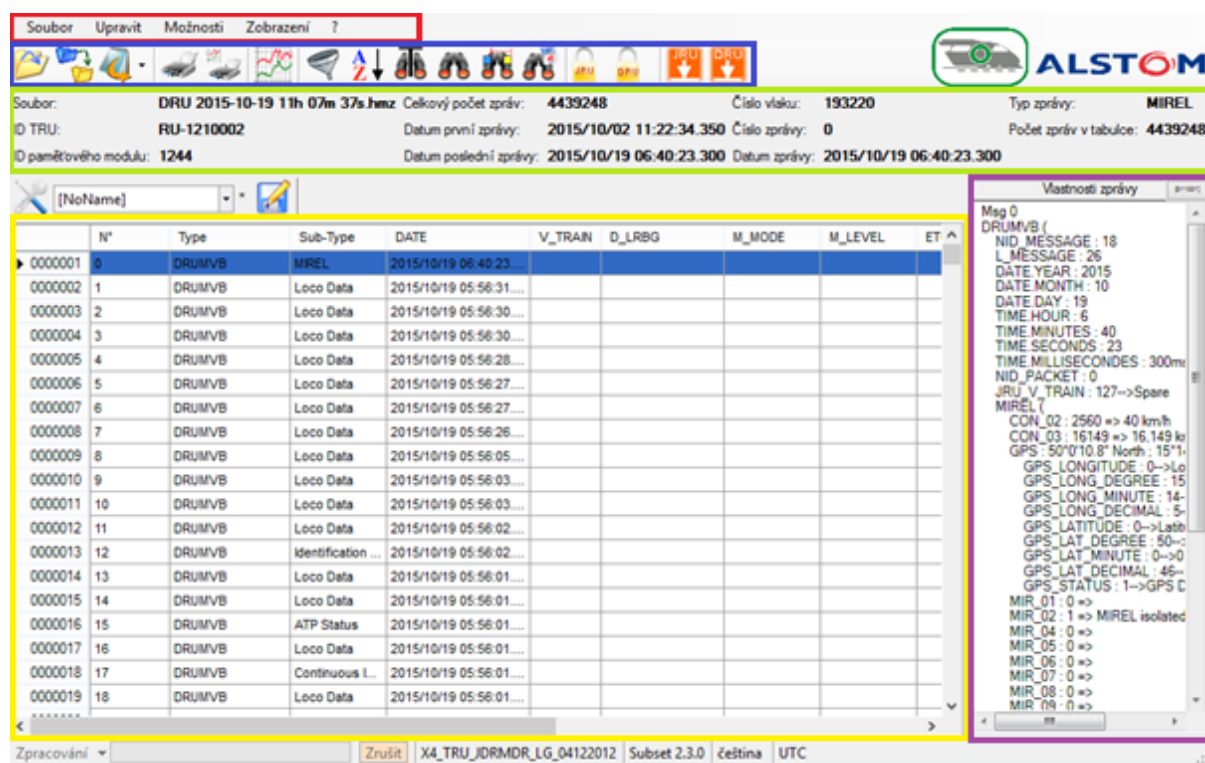
možnosti se uživatel v pravé části této oblasti zobrazí rolovací okno se seznamem relací, kdy si uživatel sám vybere zatržením vybraných řádků ty relace, u kterých chce provést analýzu zaznamenaných dat. Dále tedy pracuje pouze s daty, která odpovídají vybraným relacím.

Poté co uživatel provede jím požadované nastavení typů zpráv a počtu zpráv, se kterými chce dále pracovat, potvrdí tento svůj výběr tlačítkem OK. Poté začíná proces načítání vybraných dat do tabulkové formy.

Pro potřeby této diplomové práce byly v části „Typ“ vybrány v nabídce rolovacího okna všechny typy zpráv a v části „Filtr“ byla vybrána možnost „Výchozí“.

### 3.3. Práce se zaznamenanými daty

Po načtení všech zpráv a výpočtu vzdálenosti se před uživatelem zobrazí pracovní prostředí programu JDRMDR. Toto prostředí se skládá z několika oblastí dle následujícího obrázku.



Obr. 18: Pracovní prostředí vyhodnocovacího softwaru JDRMDR.

V horní části pracovní plochy, která je označená červeně, se nachází lišta, ve které se vyskytují následující textové ikony s funkcemi:

- Soubor – slouží pro import export souborů,
- Upravit – slouží pro hledání a aplikaci různých filtrů na analyzovaný soubor,

- Možnosti – tato ikona nabízí několik dalších pod ikon a to:
  - Ikonu „Správa hesel“, která slouží pro zadání hesla správce,
  - Ikonu „Autorizace“, která slouží k uvolnění DRU a TRU dat,
  - Ikonu „Konfigurace“, která slouží například k nastavení jazyka, ve kterém software pracuje, dále zde může uživatel nastavit čas, zobrazovanou jednotku rychlosti (km/h nebo m/s, popřípadě vybrat výchozí adresář pro načítání souborů určených k analýze.
  - Ikonu „Dekódování“, po jejímž výběru je uživatel vyzván, aby vybral soubor, určený k dekodování určitých typů zpráv, přičemž bez nastavení adresy tohoto souboru nebude uživatel schopen při analýze některá data číst.  
V případě dat, použitých při tvorbě této diplomové práce to byla data DRUMVB.
  - Ikonu „Nastavení sloupců“, která slouží k nastavení zobrazovaných sloupců v tabulce.
- Zobrazení – slouží k nastavení uživatelského prostředí a to jak rozložení samotného prostředí, tak nastavení zobrazovaných parametrů v tabulce nebo nastavení grafických výstupů.

Protože se jednotlivé nepopsané funkce vyskytují i v následující části tvořené grafickými ikonami, která se nachází pod lištou s textovými ikonami, budou tyto funkce popsány při popisu této části.

Pod horní částí se tedy nachází část, která je tvořena ikonami s grafickou podobou. Tato část je na obrázku 18 vyznačená modře. Skládá se z řady ikon s grafickým zobrazením, přičemž jak již bylo řečeno, tyto funkce se dají dohledat také pomocí horní lišty, ovšem většina potřebných funkcí je zakomponována do ikon v modré oblasti a proto se doporučuje pracovat právě s těmito ikonami neboť práce s daty je poté jednodušší a přehlednější.

Pokud se na položky v této liště díváme zleva doprava, nejprve narazíme na položku s názvem „Otevřít“. Tato položka slouží k otevření souboru v homogenizovaném formátu, přičemž následuje postup, který byl popsán v předchozí podkapitole. Druhou ikonou v této liště je ikona s názvem „Import“. Tato ikona slouží ke změně formátu takových souborů, které nemají formát shodný s formátem, se kterým umí program JDRMDR pracovat. Jedná se o soubory, které byly z vozidla staženy jako tzv. „syrová data“. Popis možností stahování dat z vozidla je popsán v předchozí kapitole. Třetí položkou v modře označené liště je ikona s názvem „Export“. Tato ikona slouží k exportování analyzovaných dat do jiných formátů. Tato funkce bude popsána v následující kapitole, věnující se návrhu postupu analýzy dat pro

použití při běžné provozní kontrole. V pořadí čtvrtou položkou je ikona s názvem „Vytisknout mřížku“, která slouží k vytištění uživatelem zobrazené tabulky. Následuje další ikona s názvem „Vytisknout graf“, která slouží k vytištění grafických výstupů. Jako šestá v pořadí se v dané liště vyskytuje ikona s názvem „Konfigurace grafu“ která slouží k nastavení grafických výstupů a která bude popsána v následující podkapitole zabývající se zpracování grafických výstupů.

Jako další v pořadí se v liště objevuje funkce „Filtr“, která slouží k filtrování zpráv. Tato funkce slouží uživateli k zobrazení zpráv podle jím zadaných kritérií. Pokud uživatel vybere kliknutím tuto funkci, zobrazí se následující okno.

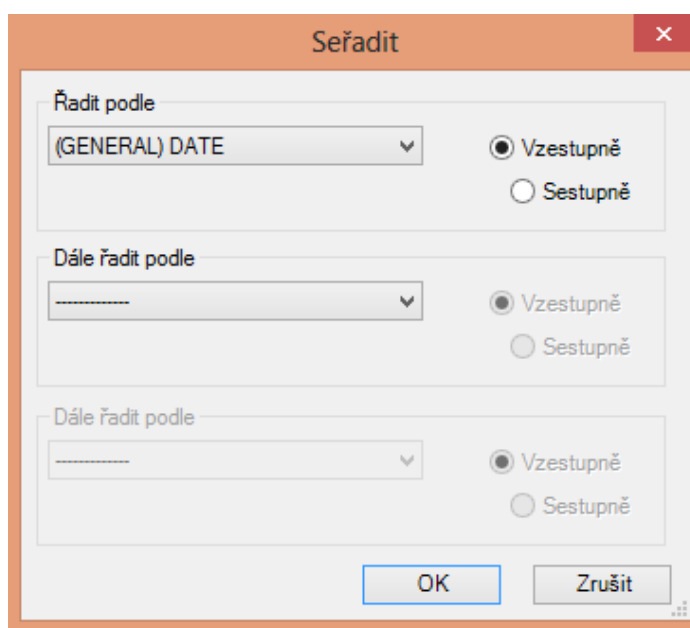
Obr. 19: Nastavení funkce „Filtr“.

Uživatel zde má možnost filtrovat analyzovaná data podle několika kritérií. Prvním z těchto kritérií je kritérium s názvem „Časová značka“. Nastavením tohoto kritéria je uživatel schopen zadáním hodnot do řádku „od“ a „do“, vybrat zprávy z určitého časového rozpětí, s přesností na 5 setin vteřiny. Dalším kritériem pro filtrování dat je kritérium s názvem „Typ zprávy“. V této oblasti okna se vyskytují dvě okna. Uživatel vybere určitý typ zprávy z levého



okna a kliknutím na příslušnou šipku směřující k druhému oknu tento typ zprávy přesune do okna pravého, které na konci tohoto procesu zobrazuje ty typy zpráv, které budou po filtraci v pracovní tabulce ponechány, zatím co zbývající zprávy budou z pracovní tabulky vyfiltrovány. Pro nastavení filtru na obrázku 19 tedy platí, že při takovémto nastavení zůstanou v pracovní tabulce pouze zprávy typu DRUMVB a to zprávy podtypu MIREL a Loco Data. Uživatel má dále možnost filtrovat daná data pomocí funkce „Relace“. V našem případě jsou všechna data nahrána v jedné relaci, ovšem pokud by byla nahrána ve více relacích, mohl by si uživatel vybrat ty relace, jejíž zprávy jsou pro něj důležité. Předposledním kritériem, je kritérium „Strojvedoucí“, které slouží k zobrazení pouze těch zpráv, které byly zaznamenány při obsluze vozidla daným strojvedoucím. Posledním kritériem je kritérium „Vůz“. Po nastavení požadovaných filtrů uživatel potvrdí tento výběr tlačítkem OK. Pro další práci s daty v této diplomové práci, zůstalo ponecháno nastavení položky „Filtr“ dle obrázku 19.

V pořadí osmou ikonou je ikona funkce „Seřadit“. Tato ikona slouží k seřazení řádků v tabulce podle určitého parametru, který se v tabulce nachází. Po kliknutí na tuto ikonu se otevře okno následující okno.



Obr. 20: Nastavovací okno funkce „Seřadit“.

V našem případě bychom mohli data seřadit podle několika parametrů a to například podle čísla zprávy, typů zprávy, data, atd. Pro další postup jsme řádky seřadili vzestupně podle data.

V další části modře označené lišty se vyskytují 4 ikony, které mají podobný vzhled. Tyto ikony reprezentují funkce hledat. Jedná se o čtyři funkce a to:

- Hledat – hledání zadaného výrazu v textu.
- Rozšířené hledání – hledání ve vybraných typech zpráv za použití logických operátorů.
- Hledání podle stavu – hledání podle stavu daného zaznamenávaného parametru, například hledání stavu, kdy je hlavní vypínač lokomotivy ve stavu vypnuto.
- Time search – hledání zprávy, která nastala v uživateli přesně definovaném čase s přesností na 5 setin sekundy.

Následující ikony, které jsou 13. a 14. v pořadí, jejichž názvy jsou „Povolit uvolnění DRU“ a „Povolit uvolnění TRU“ slouží k povolení uvolnění DRU a JRU.

Poslední dvě ikony v této liště s názvy „Uvolnění JRU“ a „Uvolnění DRU“ slouží již k samotnému uvolnění JRU a DRU.

Následuje popis zeleného pole, ve kterém se vyskytují základní informace o souboru popřípadě o vybraném druhu zprávy. V této části pracovní plochy se vyskytují následující položky:

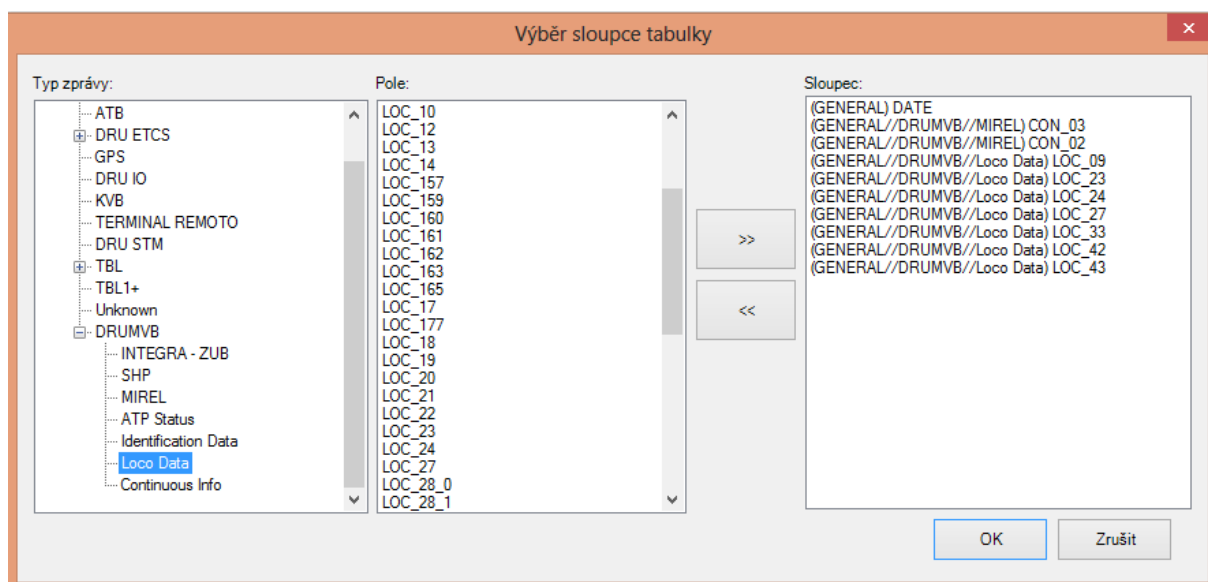
- „Soubor“ – název právě otevřeného souboru, se kterým při analýze pracujeme,
- „Celkový počet zpráv“ – počet zaznamenaných zpráv v daném souboru,
- „Číslo vlaku“ – evidenční číslo daného vozidla,
- „Typ zprávy“ – typ zprávy, kterou uživatel vybral z příslušné tabulky, která bude popsána v části textu věnující se popisu žlutého pole,
- „ID TRU“ – ID dané TRU jednotky,
- „ID paměťového modulu“,
- „Datum první zprávy“ a „Datum poslední zprávy“,
- „Číslo zprávy“ a „Datum zprávy“ – představuje číslo a datum zprávy, kterou uživatel vybral z příslušné tabulky. Datum je zobrazeno i s časovým údajem, který má nejmenší možný posun o pět setin sekundy,
- „Počet zpráv v tabulce“ – informuje uživatele, o počtu zpráv v příslušné tabulce, který zbyl po jím provedeném filtrování. V případě zobrazeném na obrázku 19 se jedná o stejný údaj, jako je v kolonce „Celkový počet zpráv“ protože jsme nepoužili žádný filtr.

Pod částí vyobrazující základní informace o souboru se nachází tabulka s výstupy a hodnotami jednotlivých zaznamenaných zpráv. Tato část je na obrázku 18 vyznačená žlutě. V této části jsou zobrazeny jednotlivé zprávy, které jsou seřazeny podle pořadí záznamu

jednotlivých zpráv (pokud si uživatel nezvolí jiné řazení). Tabulka se skládá ze sloupců. Pokud se na tabulku podíváme ve směru zleva doprava, jsou to tyto základní sloupce:

- „N°“ – představuje pořadové číslo dané zprávy,
- „Type“ – typ dané zprávy,
- „Sub type“ – podtyp dané zprávy. Například z obrázku 19 vyplývá, že zpráva typu DRUMVB má několik podtypů zpráv, jako jsou zprávy podtypu „Loko Data“ nebo „Identification data“.
- „Date“ – přesný čas záznamu zprávy s nemenším časovým krokem pět setin sekundy.

Uživateli je dále umožněno zobrazit v tabulce také sloupce s hodnotami jiných signálů. Postup je takový, že uživatel nejprve kliknutím na tlačítko „Zobrazení“, které se nachází v horní liště s textovými ikonami a následným kliknutím na tlačítko „Výběr sloupců“, které se zobrazí v rolovací liště, otevře vyskakovací okno, pro výběr sloupců. Před uživatelem se zobrazí okno, které je rozděleno na tři části, kdy v první vybere typ zprávy a podtyp zprávy, která zaznamenává signál, který chce zobrazit v tabulce. Následně v druhé části „Pole“ vybere daný signál, jehož hodnoty se mají v tabulce objevit. Třetí část zobrazuje jednotlivé signály, které jsou již do tabulky vybrány a které se v ní po potvrzení vyskakovacího okna zobrazí. Vyskakovací okno je zobrazeno na následujícím obrázku 21, přičemž je již nastaveno tak, jak byla tabulka využívána při analýze dat v této diplomové práci.



Obr. 21: Zobrazení okna pro výběr sloupců do tabulky.

Pro výběr a práci s jednotlivými signály, je potřeba mít k dispozici převodní tabulky. V těchto převodních tabulkách je vysvětlen význam daných signálů. Například signál, který se vyskytuje v části „Sloupec“, na obrázku 21 s názvem (GENERAL//DRUMVB//LocoData)

LOC\_09, představuje signál, reprezentující použití houkačky. Hlavní signály, které budou při analýze dat v této diplomové práci využívány, budou popsány v následující části, věnující se fialově označenému části pracovní plochy s názvem „Vlastnosti zprávy“. Pokud byly dosud popsané kroky správně nastaveny, měli bychom získat následující tabulku:

	N°	Type	Sub-Type	DATE	CON_03	CON_02	LOC_09	LOC_23	LOC_24	LOC_27	LOC_33	LOC_42	LOC_43
► 0000001	4439247	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:22:34.350				>3,25	>3,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000002	4439246	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:44.750				>3,25	>3,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000003	4439245	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:45.750				>3,25	>3,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000004	4439244	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:46.650				>2,75	>2,75		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000005	4439243	DRUMVB	MIREL	2015/10/02 11:33:46.900	39,876 km	0 km/h							
0000006	4439242	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:47.300				>2,75	>2,75		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000007	4439241	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:47.550				>2,25	>2,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000008	4439240	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:47.650				>2,25	>2,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000009	4439239	DRUMVB	MIREL	2015/10/02 11:33:48.000	39,876 km	0,031 km/h							
0000010	4439238	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:48.050				>2,25	>2,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000011	4439236	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:48.300				>1,75	>2,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000012	4439235	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:48.400				>1,75	>1,75		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000013	4439233	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:49.300				>1,25	>1,25		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000014	4439228	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:50.450				>0,75	>0,75		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000015	4439220	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:51.900				>0,4	>0,4		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000016	4439213	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:53.050				<0,4	>0,4		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000017	4439211	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:53.300				<0,4	<0,4		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000018	4439202	DRUMVB	MIREL	2015/10/02 11:33:54.850	39,877 km	0,969 km/h							
0000019	4439200	DRUMVB	Loco Data	2015/10/02 11:33:55.100				<0,4	<0,4		Panto raising a...		Cab 2 act...
0000020	4439197	DRUMVB	MIREL	2015/10/02 11:33:55.700	39,877 km	1,016 km/h							
0000021	4439167	DRUMVB	MIREL	2015/10/02 11:34:01.650	39,879 km	1,594 km/h							
0000022	4439154	DRUMVB	MIREL	2015/10/02 11:34:04.050	39,881 km	2,203 km/h							

Obr. 22: Tabulka s výstupy signálů po nastavení zobrazení sloupců.

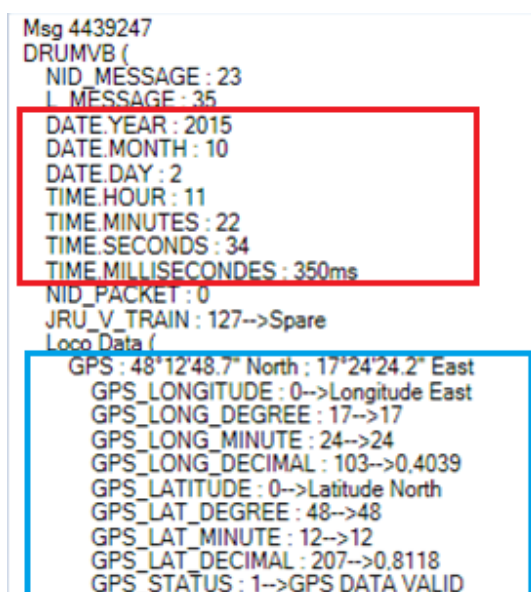
Můžeme si všimnout, že oproti tabulce na obrázku 18, kde jsme měli kromě prvních čtyř sloupců s hodnotami sloupce prázdné, jsme nyní získali tabulku, kde se vyskytují téměř ve všech sloupcích určité zaznamenané hodnoty. Toto je způsobeno tím, že při spuštění a načtení souboru, zobrazovala tabulka sloupce, které byly určeny pro práci se souborem typu JRU, tudíž zobrazovala signály, které zaznamenávají typy zpráv, které spolupracují s jednotkou JRU. Protože je ale námi analyzovaný soubor typu DRU, bylo potřeba výchozí nastavení tabulky změnit a sloupce vhodně nahradit takovými sloupci, které zobrazují signály obsažené ve zprávách typu DRU. Po takovéto úpravě je již uživatel schopen se zaznamenanými daty pracovat.

Pro práci s daty v tabulce je potřeba popsat poslední část pracovní plochy programu JDRMDR. Tato část je na obrázku 18 vyznačena fialově a nese název „Vlastnosti zprávy“.

V této části pracovní plochy se zobrazují hodnoty signálů, které byly zaznamenány pro danou zprávu nacházející se v tabulce. Zobrazení vlastností určité zprávy uživatel provede kliknutím na tuto zprávu v pracovní tabulce. V případě obrázku 22 by se jednalo o zprávu s pořadovým číslem 4439247, která se nachází v modře podbarveném řádku číslo 1. Protože po vyfiltrování

nám v tabulce zůstaly pouze zprávy typu DRUMVB a to zprávy podtypu Loco Data a Mirel, bude tato část pracovní plochy popsána na těchto dvou zprávách.

Pokud tedy uživatel vybere, stejně jako na obrázku 22 zprávu z druhého řádku s pořadovým číslem 4439247, zobrazí se v pravé části pracovní plochy s názvem „Vlastnosti zprávy“ následující okno, které bylo rozděleno z důvodu velkého rozsahu do dvou následujících obrázků 23 a 24.



Obr. 23: První část okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Loco Data.

Na obrázku 23 je zobrazena první část okna zobrazující vlastnosti vybrané zprávy. V této části se vyskytuje několik druhů údajů. Nejprve je to v prvním řádku údaj o čísle vybrané zprávy. V našem případě se tedy jedná o zprávu 4439247. Následuje v dalším řádku typ zprávy – DRUMVB. Pod tímto řádkem se vyskytují data spojená s typem zprávy, přičemž pro nás důležitá jsou červeně označená data. Jedná se o údaje týkající se data a času záznamu této zprávy. Dalším důležitým údajem v tomto okně je řádek s názvem „Loco Data“. Tento řádek nám oznamuje druh podtypu zprávy a zároveň nás informuje o tom, že všechny další zobrazené hodnoty jsou spojeny s daty typu „Loco Data“. Poslední část dat v tomto okně, která je ohraničena modře, nás informuje o hodnotách GPS dat, tzn. poloze daného vozidla v momentě záznamu dané zprávy.

Následující obrázek 24 zobrazuje druhou část okna „Vlastnosti vybrané zprávy“. Tato část obsahuje daleko více hodnot, ovšem pro základní popis postačí pouze některé hodnoty zobrazené na následujícím obrázku.

---

```
LOC_01 : 56 => 56
LOC_02 : 15 => 15
LOC_03 : 0 => cab 1 or 2 activated
LOC_04 : 0 =>
LOC_05 : 1 =>
LOC_06 : 0 =>
LOC_07 : 0 =>
LOC_08 : 0 =>
LOC_09 : 0 =>
LOC_10 : 1 => OK (Data Valid)
LOC_12 : 23 => 23
LOC_13 : 0 =>
LOC_14 : 0 =>
LOC_17 : 1 => direct brake applied
LOC_18 : 1 => Pneumatic braking
LOC_19 : 0 =>
LOC_20 : 0 =>
LOC_21 : 1 => P Brake type
LOC_22 : 0 =>
LOC_23 : 7 => >3,25
LOC_24 : 7 => >3,25
LOC_27 : 1 =>
```

---

Obr. 24: Druhá část okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Loco Data.

Můžeme si všimnout, že hodnoty nejsou popsány jinak, než názvy signálů. K orientaci v této části pracovního prostředí softwaru JDRMDR slouží, jak již bylo zmíněno v textu výše, tzv. převodní tabulky. Tyto tabulky vysvětlují význam jednotlivých signálů. Pokud bychom se podívali na signály zprávy podtypu „Loco Data“, které jsou zobrazeny na předchozím obrázku, mohli bychom si význam některých z nich popsat následovně:

- LOC\_01: Jedná se o signál, který uživatele informuje o zemi registrace hnacího vozidla. V našem případě má hodnotu 56, tzn. ŽSSK – Železničná spoločnosť Slovensko.
- LOC\_02: Signál, zobrazující hodnotu napájecí soustavy. V našem případě se jedná o hodnotu číslo 15, které dle převodních tabulek přísluší napájecí soustava ŽSR a to napájecí soustava o napětí 25kV.
- LOC\_03: Signál, který uživatele informuje, zda je řízení na stanovišti strojvedoucího aktivní. Tento signál má binární tvar. Pokud je jeho hodnota 1, znamená to, že žádné řízení na stanovišti není aktivní. Pokud je jeho hodnota 0, jako v našem případě, znamená to, že řízení na stanovišti jedna nebo dvě je aktivní. V našem případě je tedy řízení na jednom ze stanovišť strojvedoucího aktivní.
- LOC\_07: Jedná se o signál, který má binární tvar. Tento signál informuje uživatele o režimu zapnutí řízení ovládání dveří. Pokud je jeho hodnota 0, řízení ovládání dveří je vypnuté, pokud má signál hodnotu 1, je řízení ovládání dveří zapnuto. V našem případě je řízení ovládání dveří vypnuto.

- LOC\_09: Jedná se o signál popisující funkci houkačky. Jedná se o binární signál. Pokud je hodnota signálu 1, je houkačka použita, pokud je hodnota signálu 0, houkačka není aktivována. V našem případě není v čase zprávy houkačka aktivována.
- LOC\_17: Signál popisující stav přímočinné brzdy hnacího vozidla. Jde o signál, který má binární tvar. V našem případě je hodnota signálu 1, což znamená, že přímočinná brzda v čase zprávy aktivní.
- LOC\_20: Signál, který má binární tvar. Tento signál popisuje, zdali je vozidlo brzděno v režimu G – nákladní. V našem případě vozidlo není brzděno v tomto režimu brzdění.
- LOC\_21: Signál, který má binární tvar. Tento signál popisuje, zdali je vozidlo brzděno v režimu P – osobní. V našem případě je hodnota signálu 1. Vozidlo je tedy brzděno v režimu P.
- LOC\_22: Signál, který je analogický k signálům LOC\_21 a LOC\_20, který ovšem informuje o tom, zdali je vozidlo brzděno v režimu R – Rychlík.
- LOC\_23: Tento signál popisuje tlak přímočinné brzdy na prvním podvozku. V našem případě má hodnotu 7, které odpovídá tlak o velikosti větší než 3,25 barů.
- LOC\_24: Jedná se o analogii k signálu LOC\_23, ovšem pro druhý podvozek.
- LOC\_27: Signál popisující stav hlavního potrubí. Má 12 stupňů 0 – 11. V našem případě je na stupni 1, což dle převodních tabulek znamená, že v potrubí je vzduch o provozním tlaku.

Další signály, které se vyskytují v tabulce, ale které kvůli rozsahu nebyly na obrázku 24 zobrazeny, jsou tyto:

- LOC\_33: Jedná se o signál binárního typu, který uživatele informuje o stavu sběrače. Je-li hodnota signálu 1, znamená to, že sběrač je zvednutý, pokud je hodnota signálu 0, znamená to, že sběrač je spuštěný.
- LOC\_42: Signál, který nás informuje o tom, zdali je stanoviště strojvedoucího číslo 1 aktivní. Má binární tvar, přičemž pokud je jeho hodnota 0, znamená to, že stanoviště aktivní není, pokud má hodnotu 1, znamená to, že stanoviště aktivní je. V našem případě má hodnotu 0, což znamená, že stanoviště číslo jedna není aktivní. Tento signál souvisí se signálem LOC\_43, který nás informuje o to, zda je aktivní stanoviště číslo 2. V našem případě má signál LOC\_43 hodnotu 1, tudíž je hnací vozidlo ovládáno ze stanoviště číslo 2.

Pokud uživatel vybere zprávu typu Mirel, vypadá okno „Vlastnosti zprávy“ odlišně. V našem případě byla pro ukázkou vybrána zpráva podtypu Mirel s pořadovým číslem 4439239. Okno

„Vlastnosti zprávy“ na pravé straně pracovní plochy, je zobrazeno na následujících dvou obrázcích a vypadá následovně.

```
Msg 4439239
DRUMVB (
  NID_MESSAGE : 18
  L_MESSAGE : 26
  DATE.YEAR : 2015
  DATE.MONTH : 10
  DATE.DAY : 2
  TIME.HOUR : 11
  TIME.MINUTES : 33
  TIME.SECONDS : 48
  TIME.MILLISECONDES : 0ms
  NID_PACKET : 0
  JRU_V_TRAIN : 127-->Spare
  MIREL 7
  CON_02 : 2 => 0,031 km/h
  CON_03 : 39876 => 39,876 km
  GPS : 48°12'58.1" North ; 17°24'10.4" East
  GPS_LONGITUDE : 0-->Longitude East
  GPS_LONG_DEGREE : 17-->17
  GPS_LONG_MINUTE : 24-->24
  GPS_LONG_DECIMAL : 44-->0,1725
  GPS_LATITUDE : 0-->Latitude North
  GPS_LAT_DEGREE : 48-->48
  GPS_LAT_MINUTE : 12-->12
  GPS_LAT_DECIMAL : 247-->0,9686
  GPS_STATUS : 1-->GPS DATA VALID
```

Obr. 25: Obrázek první části okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Mirel.

Jak je z obrázku 25 patrné, první část, která obsahuje data týkající se pořadového čísla vybrané zprávy, typu zprávy i času záznamu dané zprávy, je z hlediska struktury stejná, jako zpráva podtypu Loco Data na obrázku 23. Změna nastává až v řádce s názvem MIREL, který uživatele informuje o druhu podtypu zprávy a také jej upozorňuje na to, že všechny další hodnoty a signály se vztahují k tomuto podtypu zprávy. Druhou změnou oproti obrázku 23 jsou dva následující řádky, které jsou označeny zeleně. Vyskytují se zde názvy dvou signálů. Tyto signály jsou stejně jako signály typu LOC popsány v převodních tabulkách. Jde o tyto signály:

- CON\_02: Signál, který zaznamenává hodnotu rychlosti vozidla v daném čase. V našem případě se vozidlo rozjíždí a jeho rychlost je v čase záznamu zprávy 0,031 km.h<sup>-1</sup>.
- CON\_03: Signál, který zaznamenává hodnotu polohy vozidla, od doby, kdy byla zaznamenána nejstarší zpráva, v celém staženém souboru. U námi použitého souboru je to od 2.10.2015 11:22:34.350. V našem případě vozidlo od této doby až do doby záznamu vybrané zprávy urazilo vzdálenost 39,876 km.

V další části okna, ve které se vyskytují hodnoty GPS dat, je již struktura totožná jako při výběru podtypu Loco Data na obrázku 23. Můžeme si již všimnout, že poloha vozidla se mezi těmito dvěma záznamy liší. Následující obrázek 26 zobrazuje druhou část okna „Vlastnosti zprávy“.



```

MIR_01 : 1 => MIREL active
MIR_02 : 0 =>
MIR_04 : 0 =>
MIR_05 : 0 =>
MIR_06 : 0 =>
MIR_07 : 0 =>
MIR_08 : 0 =>
MIR_09 : 0 =>
MIR_10 : 0 =>
MIR_11 : 0 =>
MIR_12 : 0 =>
MIR_14 : 0 =>
MIR_15 : 0 =>
MIR_17 : 0 =>
MIR_18 : 0 =>
MIR_19 : 1 => Mirel Blue
MIR_20 : 0 =>
MIR_21 : 0 =>
MIR_22 : 0 =>
MIR_23 : 0 =>
MIR_24 : 1 => MIREL in LS mode
MIR_25 : 0 =>

```

Obr. 26: Obrázek druhé části oka „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Mirel.

Můžeme si všimnout, že druhá část okna „Vlastnosti zprávy“ pro zprávu podtypu Mirel zobrazuje stejně jako zpráva podtypu Loco Data signály a jejich hodnoty. Význam jednotlivých signálů je stejně jako v předchozím případě určen z převodních tabulek a pro některé signály je následující:

- MIR\_01: Signál, který uživatele informuje o tom, zda je zařízení Mirel aktivní. Tento signál má binární charakter. V našem případě má hodnotu 1, zařízení Mirel je aktivní.
- MIR\_15: Signál, který uživatele informuje, zda byla na návěstní opakovač přenesena návěst zelené barvy. V našem případě je hodnota signálu 0, což znamená, že zelená barva nebyla na návěstní opakovač přenesena.
- MIR\_19: Signál, který uživatele informuje o tom, zda zařízení Mirel zobrazilo na návěstním opakovači modrou barvu. V našem případě je hodnota 1, což znamená, že na návěstním opakovači byl zobrazen modrý signál.
- MIR\_20: Signál, který uživatele informuje o tom, zda byla na návěstním opakovači zobrazena červená barva. V našem případě je hodnota 0, což znamená, že červená barva zobrazena nebyla.
- MIR\_21: Signál, který pracuje stejně jako předešlé dva signály, ovšem informuje obsluhu o tom, zda na návěstním opakovači svítila žlutá barva. V našem případě je hodnota 0, tudíž žlutá barva na návěstním opakovači nesvítila.
- MIR\_22: Signál, který nás informuje o zobrazení žlutého mezikruží na návěstním opakovači zařízením Mirel. V našem případě je hodnota binárního signálu 0, tudíž se na návěstním opakovači mezikruží v daný čas nezobrazilo.

- MIR\_17: Signál, který uživatele informuje o stisknutí bdělostního tlačítka strojvedoucím. V našem případě má hodnotu 0, což znamená, že v čase zaznamenání vybrané zprávy nebylo obsluhou hnacího vozidla bdělostní tlačítko stisknuto.

### 3.4. Popis a získání grafických výstupů

Pokud chceme ve vyhodnocovacím softwaru JDRMDR pracovat s grafickými výstupy, které zobrazují námi vybraná data, zaměříme se na horní část pracovní plochy, která byla označena na obrázku 18 modře. V této oblasti se nachází ikona s názvem „Konfigurace grafu“. Po výběru této funkce se před uživatelem zobrazí následující okno.

**Konfigurace grafů**

**Celková konfigurace**

☒ Viz body    ☒ Viz legendu    ☒ Viz vlastnosti souboru    ☒ Viz svislou mřížku

**Svislá velikost**

Velikost grafu: 250  
Velikost vedlejšího grafu: 100

**Zvolený bod**

Barva: [Green]  
Velikost: 15

**Pevná čára**

Barva: [Black]  
[Dashed Line]

**Zóna výběru**

Barva: [Light Blue] ☒ Po  
Skok: 10    128

**Konfigurace osy souřadnic**

**Typ měřítka**

☒ Čas    ☐ Poloha

☐ Viz Relativní čas relace  
☐ Viz Relativní čas  
☒ Žádný relativní čas

**Režim měřítka**

☒ Automatické měřítka  
☐ Manuální měřítka Days: 0 00:00:00 1 s

**Zdroje dat hlavního grafu**

Křivka	Zdroje dat	Měřítka	Barva
1	((GENERAL//DRUMVB//MIREL)) CON_02	Auto	[Red]
2	((GENERAL//DRUMVB//MIREL)) CON_03	Auto	[Blue]

**Zdroje dat vedlejších grafů**

Křivka	Zdroje dat	Režim	Měřítka	Barva
1	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_09	Hodnota	Auto	[Red]
2	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_24	Hodnota	Auto	[Red]
3	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_23	Hodnota	Auto	[Blue]
4	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_27	Hodnota	Auto	[Blue]
5	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_33	Hodnota	Auto	[Red]
6	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_42	Hodnota	Auto	[Blue]
7	((GENERAL//DRUMVB//Loco Data)) LOC_43	Hodnota	Auto	[Red]

OK    Zrušit

Obr. 27: Okno „Konfigurace grafu“.

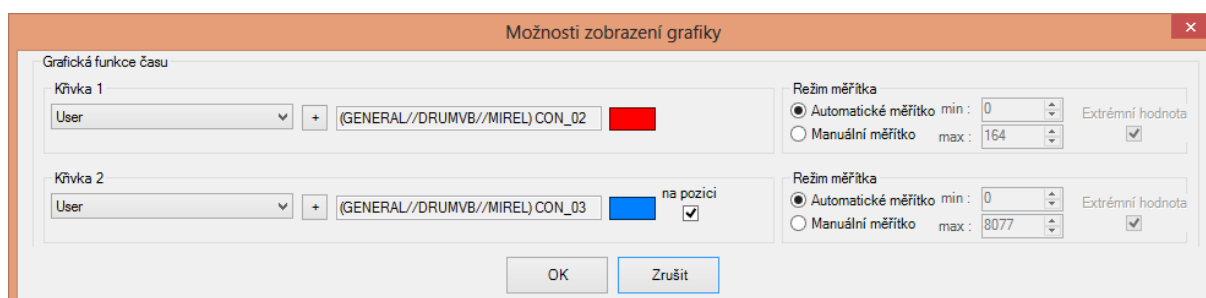
První část tohoto okna s názvem „Celková konfigurace“ slouží pro nastavení rozložení grafu, kde si například může uživatel vybrat, zdali chce, aby se v grafu vyskytovaly prvky, jako jsou svislá mřížka, legenda, vlastnosti souboru atd.

Druhá část okna slouží k nastavení zobrazení grafu. Uživatel zde má možnost nastavit svislou velikost hlavního a vedlejších zobrazovaných grafů, dále barvu a velikost zvoleného bodu, který v grafu odpovídá té zprávě, která byla před otevřením tohoto okna vybrána uživatelem v tabulce. Pro příklad byla před otevřením okna „Konfigurace grafu“ vybrána z tabulky zpráva s pořadovým číslem 4123659, která byla zaznamenána 4. 10. 2015. Dalšími možnostmi, kterou může v této části okna uživatel nastavit je tloušťka a styl pevné čáry. Čtvrtou a poslední možnost v této části okna je nastavení zóny výběru, kde je možnost nastavení délky skoku a transparentnosti této zóny.

Třetí část okna se nazývá „Konfigurace osy a souřadnic“ a slouží k nastavení typu měřítka a režimu měřítka. Při nastavení typu měřítka má uživatel na výběr ze dvou možností a to buďto použít časové měřítko nebo měřítko polohy. Pokud vybere možnost:

- **časového měřítka**, má dále v pravé části okna v oblasti s názvem „Režim měřítka“ možnost výběru mezi automatickým měřítkem nebo manuálním měřítkem. Zvolí-li možnost manuálního měřítka, je potřeba hodnotu měřítka nastavit, kdy nejmenším možným krokem tohoto měřítka je 5 setin sekundy,
- **měřítka polohy**, má opět v pravé části okna v oblasti s názvem „Režim měřítka“ možnost výběru mezi automatickým měřítkem nebo manuálním měřítkem. Pokud uživatel zvolí možnost manuálního měřítka, je potřeba aby hodnotu měřítka nastavil ručně, podobně jako u časového měřítka. Nejmenším možným krokem tohoto měřítka je jeden metr.

Následuje čtvrtá a pátá část, která slouží k nastavení zdrojů grafů. Čtvrtá část slouží k nastavení zdrojů hlavního grafu. Pátá pak slouží k nastavení zdrojů vedlejších grafů. Pro nastavení zdroje slouží ikona „náradí“ na pravé straně obou z oblastí. Při tvorbě této diplomové práce byly jako zdroje hlavního grafu použity 2 zdroje. Zdroj rychlosti a zdroj polohy. Tyto dva zdroje bylo potřeba dohledat ručně, neboť při výchozím nastavení byly nastaveny pro nás nepoužitelné zdroje z důvodu toho, že software JDRMDR byl ve výchozím nastavení nastaven pro práci se souborem typu JRU. Postup vyhledání daného zdroje je podobný s vyhledáváním signálů, které jsme se v předchozí podkapitole snažili přidat jako sloupce do tabulky. Následující obrázek zobrazuje okno, které se uživateli zobrazí po kliknutí na ikonu „náradí“.



Obr. 28: Okno „Možnost zobrazení grafiky“.

Jak již bylo řečeno, při řešení této diplomové práce bylo potřeba vyhledat zdroj pro hlavní a vedlejší graf ručně. Postup vyhledávání zdroje je následující. Uživatel nejprve otevře rolovací okno a vybere možnost „User“. Poté vybere symbol + a podobně jako při výběru sloupců do tabulky vyhledá požadovaný zdroj, respektive požadovaný signál. Při řešení této diplomové práce se jednalo o dva signály. Tyto signály jsou součástí zprávy typu DRUMVB resp. zprávy podtypu Mirel. Jedná se o signály, které jsou popsány v předchozí podkapitole v části která se věnuje popisu pole „Vlastnosti zprávy“, a to signály:

- CON\_02 – signál sloužící k záznamu rychlosti vozidla,
- CON\_03 – signál sloužící k záznamu polohy vozidla.

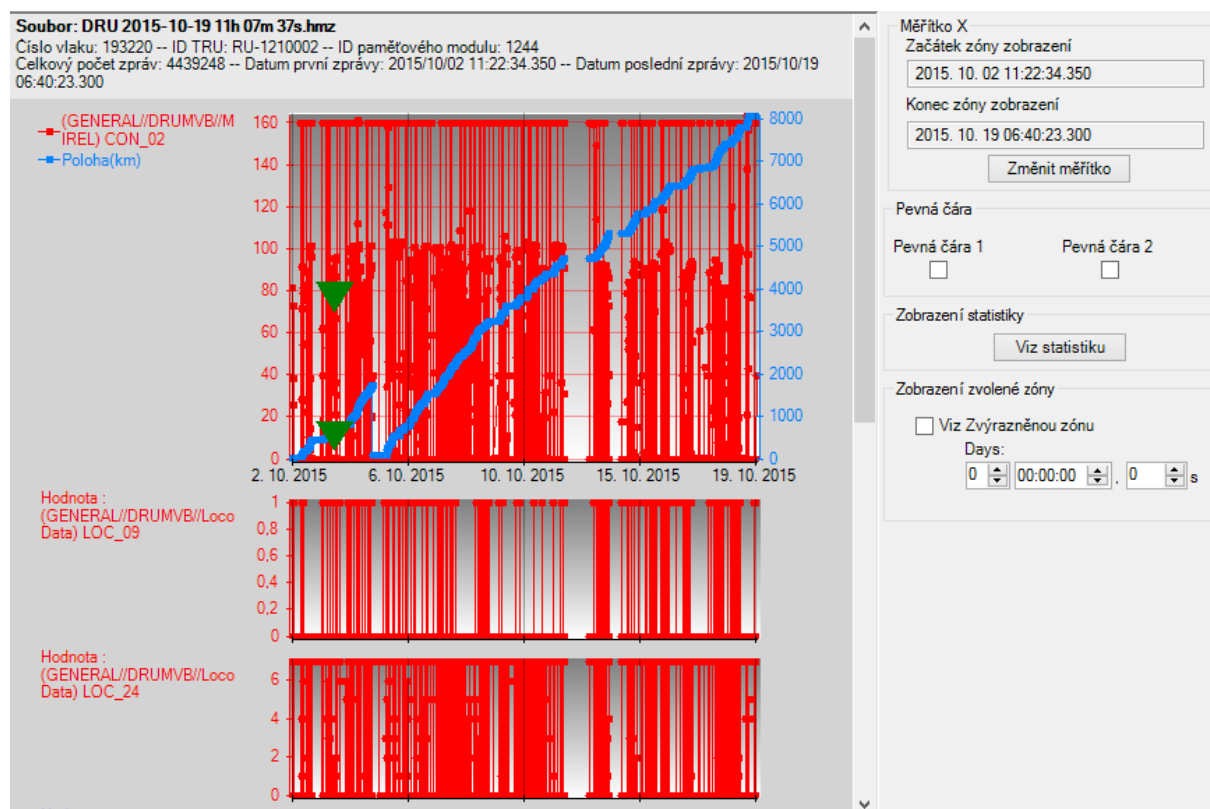
Po výběru těchto souborů a tím nastavení křivky 1 a křivky 2 je potřeba nastavit režim měřítka, který jsme při řešení této diplomové práce zvolili v obou případech automatický. Pro lepší orientaci v grafu je vhodné si jednotlivé křivky označit různými barvami.

Analogicky uživatel postupuje při nastavení zdrojů vedlejších grafů. Rozdíl je pouze ten, že při výběru zdrojů pro vedlejší graf se jednotlivé grafy nepřidávají výběrem ikony „Náradí“ ale kliknutím na tlačítko se symbolem +. Pokud chce uživatel zdroj odstranit, použije analogicky symbol -. Při řešení této diplomové práce byly jako zdroje vedlejších signálů použity následující signály, které jsou součástí zprávy podtypu Loco Data, a to signály:

- LOC\_09 – aktivace houkačky,
- LOC\_23 – stupeň přímočinné brzdy prvního podvozku,
- LOC\_24 – stupeň přímočinné brzdy druhého podvozku,
- LOC\_27 – stav hlavního potrubí,
- LOC\_33 – stav sběrače,
- LOC\_42 – první stanoviště hnacího vozidla je aktivní,
- LOC\_43 – druhé stanoviště hnacího vozidla je aktivní.

Poté, co uživatel provede všechna požadovaná nastavení, okno s názvem „Konfigurace grafů“ potvrdí. Další popsany postup vychází z předpokladu nastavení grafů podle obrázku 27.

Po potvrzení okna „Konfigurace grafů“ se před uživatelem otevře okno, které obsahuje jím zvolené grafické výstupy. Okno s grafickými výstupy se nachází na následujícím obrázku, přičemž bude popsáno v textu níže.

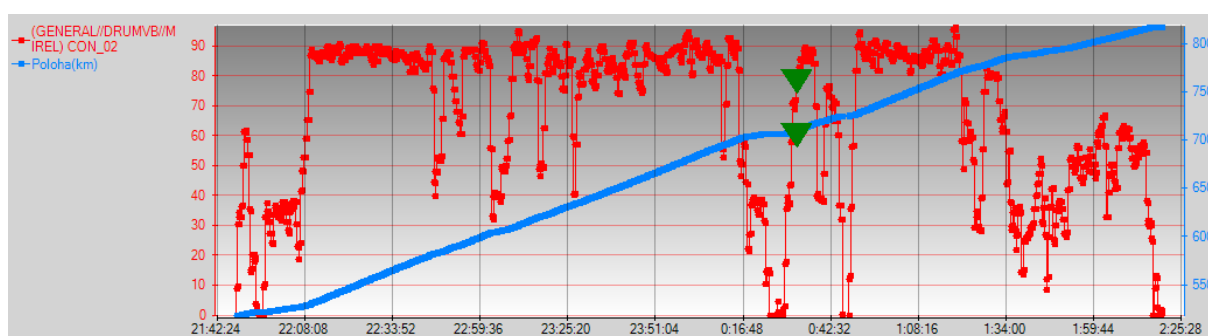


Obr. 29: Zobrazení grafických údajů.

Obrázek 29 nabízí pohled na rozložení okna s názvem „Zobrazení grafických údajů“. V horní části tohoto okna se nachází oblast týkající se vlastností souboru, podobně jako v zeleně vyznačené oblasti pracovní plochy zobrazené na obrázku 18. Níže se nachází hlavní graf, který se vyznačuje větší svislou velikostí, kterou jsme nastavili při konfiguraci grafu. Pod tímto hlavním grafem se nachází vedlejší grafy, jejichž zdroje jsme nadefinovali v předchozím kroku. Jedná se o 7 vedlejších grafů, přičemž z důvodu velkého rozsahu jsou zobrazeny pouze dva vedlejší grafy popisující stav signálu LOC\_09 a LOC24. Na pravé straně okna se vyskytují údaje, týkající se rozsahu právě zobrazené části grafu, přičemž tlačítkem „Změnit měřítko“ můžeme daný rozsah zadáním počátečního a koncového času změnit. V našem případě je to rozsah celého souboru od 2. 10. 2015 do 19. 10. 2015. Pod těmito údaji se nachází funkce „Pevná čára“, která se využívá k určení přesných údajů až ve dvou místech grafu a k jejich vzájemnému porovnání. K porovnání údajů slouží funkce

s názvem „Viz statistika“. Pod touto funkcí se nachází poslední část tohoto okna a to část sloužící ke zvýraznění, uživatelem nadefinovaného časového úseku.

Hlavní graf popisuje závislost rychlosti a ujeté vzdálenosti na čase. Svislou osu na levé straně grafu tvoří rychlostní stupnice, jejíž jednotkou je  $\text{km.h}^{-1}$ . Na pravé straně hlavního grafu je svislá osa tvořena stupnicí popisující vzdálenost v kilometrech. Pro popis hlavního grafu vybereme v grafu úsek záznamu od 3.10.2015 21:45:00 do 4.10.2015 2:20:00. Zobrazení stanoveného úseku provede uživatel buďto zadáním obou časových údajů do okna v části „Změnit měřítko“ nebo kliknutím na začátek úseku a tažením kurzoru myši uvnitř grafu směrem doprava, až po konec jím vybraného úseku. Pokud tedy vybereme tento úsek záznamu, získáme hlavní graf v této podobě.



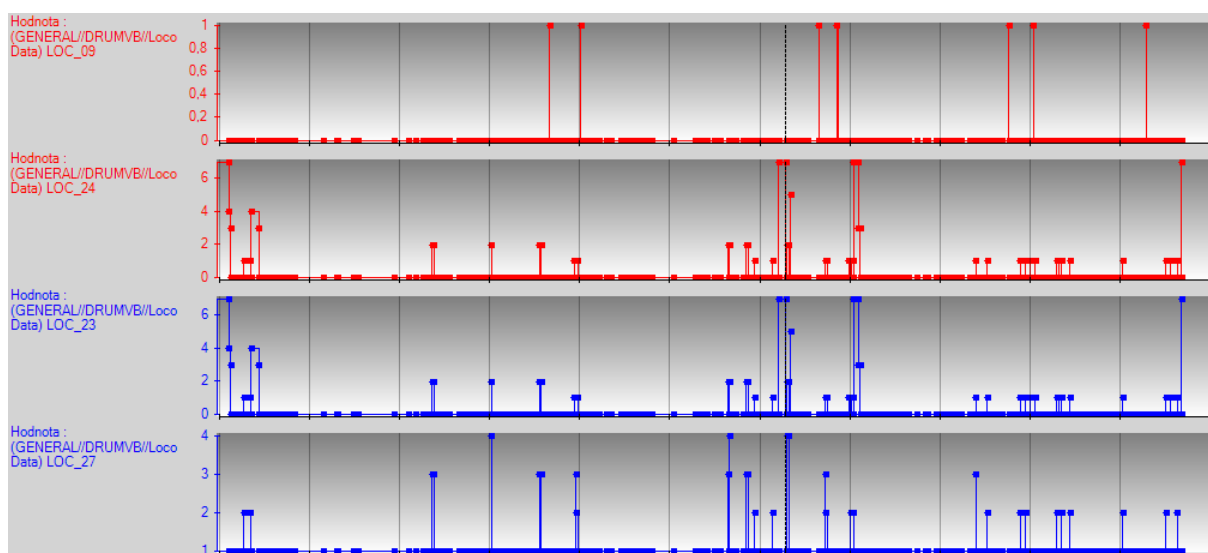
Obr. 30: Grafický výstup v podobě hlavního grafu.

Při pohledu na obrázek 30 si můžeme všimnout, že hodnota stupnice rychlosti se automaticky upravila podle maximální hodnoty rychlosti v námi vybraném úseku záznamu. Stejně tak se upravila také stupnice zaznamenávající ujetou dráhu, kdy v této části záznamu byla ujeta dráha přibližně 350 kilometrů a to od kilometru 500 do kilometru 850. Poslední změnou, které si můžeme všimnout, je změna vodorovné osy, kdy jsme získali z původní stupnice, kde byly jednotkou přibližně čtyři dny, stupnici ve které jsou jednotlivé hodnoty od sebe vzdáleny přibližně 26 minut.

Podle legendy, umístěné nalevo od grafu jsme schopni rozpoznat v grafu dva zaznamenané průběhy. Červeně označený je průběh rychlosti získaný ze signálu CON\_02, kdy každý označený hranatý bod průběhu označuje místo, kdy byl zachycen signál o změně rychlosti. Dva po sobě jdoucí body jsou následně automaticky propojeny, čímž vzniká rychlostní křivka. Modře označenou křivkou je křivka znázorňující ujetou vzdálenost. Uvnitř grafu si dále můžeme všimnout dvou zelených značek ve tvaru trojúhelníku. Tyto značky vyznačují na časové ose okamžik, kdy byla zaznamenána námi vybraná zpráva. Při nastavení grafu jsme v tabulce vybrali, jak již bylo uvedeno při popisu nastavení grafu, zprávu číslo 4123659.

Z tabulky vyplývá, že tato zpráva byla zaznamenána přibližně 32 minut po půlnoci, což můžeme při pohledu na graf na obrázku 30 potvrdit.

Pro popis a práci s vedlejšími grafy se přesuneme do spodní části okna s grafickými výstupy. Tím, že jsme zobrazili a přiblížili určitý úsek záznamu v hlavním grafu, se automaticky zobrazí tento úsek záznamu také ve vedlejších grafech. Část vedlejších grafů, které při takto nastaveném úseku získáme, jsou zobrazeny na následujícím obrázku 31.



Obr. 31: Vedlejší grafy zobrazující vybrané signály.

Na obrázku 31 jsou zobrazeny 4 vedlejší grafy. Při pohledu na první graf, zaznamenávající signál LOC\_09, což je signál zaznamenávající použití houkačky, si můžeme všimnout, že signál nabývá pouze dvou hodnot a to hodnoty 0 a hodnoty 1. Toto je způsobeno tím, že tento signál je binární, přičemž hodnota 1 představuje stav, kdy je houkačka aktivní a použita. Z tohoto grafu vyplývá, že v daném úseku byla houkačka použita 7x.

Dalšími grafy jsou grafy, zaznamenávající signál LOC\_24 a signál LOC\_23. Tyto signály jsou signály zaznamenávající využití přímočinné brzdy, přičemž zaznamenávají tlak na jednotlivých podvozcích. Tyto signály již nabývá hodnot, ze stupnice od 1 do 7, kdy každý stupeň představuje určitou hodnotu tlaku na daném podvozku. Význam jednotlivých stupňů je popsán v převodních tabulkách programu JDRMDR. Uživatel je tedy schopen při zobrazení menšího úseku záznamu přesně určit, kdy bylo kterého stupně dosaženo a určit tak chování a průběh jízdy hnacího vozidla.

Posledním vedlejším grafem na obrázku 31 je graf zaznamenávající signál LOC\_27. Tento signál reprezentuje stav průběžné brzdy vlaku. Tento signál má 12 stupňů, přičemž na svislé stupnici grafu se vyskytuje nanejvýš čtvrtý stupeň. Toto je způsobeno tím, že stupnice

vedlejších grafů se stejně jako stupnice grafu hlavního, při zobrazení určitého úseku, automaticky upraví tak, že zobrazují maximálně takový stupeň signálu, jaký je ve vybraném úseku použit. V našem případě to byl stupeň průběžné brzdy 4, tudíž je maximální hodnotou na svislé stupnici hodnota 4. Další práce a využití grafů bude popsáno v následujících dvou kapitolách, zabývajících se využitím programu JDRMDR při běžné provozní kontrole a při zjišťování příčin mimořádných situací. Pro další práci s tabulkou zaznamenaných hodnot, je vhodné konfiguraci tabulky uložit, abychom při dalším otevření programu JDRMDR, měli již nadefinovány sloupce s danými signály. Toto uložení se provede kliknutím na ikonu s názvem „Uložit aktuální nastavení“, která se nachází nad levým horním rohem tabulky zaznamenaných hodnot. V další kapitole tedy budeme pracovat s tabulkou, která bude mít stejný tvar jako tabulka na obrázku 22, bez toho, abychom zde všechny námi přidávané sloupce museli po opětovném zapnutí programu JDRMDR znovu pracně přidávat.



## **4. Návrh postupu analýzy zaznamenaných dat pro použití při běžné provozní kontrole**

V této kapitole bude popsán způsob kontroly záznamu rychloměru a následně navržen postup analýzy zaznamenaných dat při běžné provozní kontrole za použití softwaru JDRMDR.

### **4.1. Obecná ustanovení**

Požadavky na vyhodnocování záznamů rychloměrů vycházejí z předpisu společnosti České dráhy a.s. a to předpisu V8/II – Předpis pro údržbu rychloměrů a vyhodnocování jejich záznamu. Následující požadavky tedy vyplývají z předpisu V8/II. [3]

Vrchní přednosta DKV, popřípadě odpovědný zaměstnanec provozovatele HDV nebo SHV, stanoví ve svém obvodu způsob kontroly a odpovědné zaměstnance, kteří provádějí rozbory hnacím vozidlem zaznamenaných dat a to jak z rychloměrných proužků, tak i záznamů z elektronických rychloměrů tak, aby byla namátkově kontrolována jak činnost rychloměru, tak i technologie obsluhy HDV popř. SHV a průběh jízdy vlaku.

Přednosta DKV, popřípadě odpovědný zaměstnanec provozovatele HDV nebo SDV, může za tímto účelem požadovat poskytnutí podkladů pro vyhodnocení resp. vyhodnocení od toho DKV, na jehož hnacím vozidle byl výkon proveden.

Podle potřeby se při kontrole vyhodnocují následující údaje:

- zapnutí VZ (pokud je dané vozidlo vlakovým zabezpečovačem vybaveno),
- dodržení dovolených rychlostí,
- dodržení pomalých jízd,
- dodržení jízdního řádu (velikost zpoždění nebo náskoku, dodržení pravidelných jízdních dob a pobytů),
- technika vedení vlaku (technika brzdění, využívání výběhu, jízda na odporových stupních),
- dodržení předpisů ČD.

Výsledky provozní kontroly zaznamená odpovědný zaměstnanec neprodleně do záznamníku nejméně formátu A5 na rozevřenou dvoustránku, která musí mít předtisk podle, předpisem

V8/II, stanovené přílohy. Po provedeném rozboru se rychloměrné proužky a data z elektronických rychloměrů uschovají v DKV popř. u provozovatele vozidla, po dobu šesti měsíců. Po této době se rychloměrné proužky skartují, ovšem nesmí se odevzdat jako starý papír. Pokud se jedná o rychloměrné proužky nebo data z elektronických rychloměrů, na kterých je zaznamenána nehodová událost, uschovají se tyto po dobu tří let.

Zjištěné závady, nekvalitní nebo nepředpisové činnosti strojvedoucího ohlašuje určený zaměstnanec kontrolující zaznamenaná data vedoucímu provozu depa kolejových vozidel, které učiní další potřebná opatření, zjednáání nápravy popř. postih viníka (i pokud je původem z jiné výkonné jednotky).

Nejméně jednou měsíčně zkontroluje vedoucí provozu vedení „Knihy vyhodnocování záznamu rychloměrů „ a záznamů učiněných opatření. Tuto kontrolu potvrdí svým podpisem na pravém dolním rohu popsané stránky.

#### **4.3. Využití programu JDRMDR pro běžnou provozní kontrolu**

V této části této diplomové práce bude nastíněno používání programu JDRMDR při běžné provozní kontrole.

Pro ukázkou práce se zaznamenanými daty při běžné provozní kontrole prostřednictvím programu JDRMDR byl použit stejný záznam, jako v předchozí kapitole. Z tohoto záznamu jsme si vybrali pouze určitý časový úsek, který odpovídal části jízdy jednoho vlaku. Postup kontroly bude popsán v následujícím textu.

Nejprve tedy otevřeme v programu JDRMDR požadovaný záznam, tak jak již bylo nastíněno v textu předchozích kapitol. Pro nás důležitým a hledaným parametrem bude tentokrát číslo vlaku. Nejprve vybereme možnost „Filtr“ a stejně jako v předchozím případě vybereme typy a podtypy zpráv, které chceme v tabulce zobrazit. Vybereme tedy opět data typu DRUMVB ovšem tentokrát vybereme jejich podtyp s názvem Identification data. Protože jsme při předchozím nastavení tabulky nepřidali mezi sloupce sloupec s parametrem označujícím číslo vlaku, přidáme si jej nyní. Opět kliknutím na záhlaví sloupců pravým tlačítkem myši a výběrem možnosti „vybrat sloupce“. V otevřeném vyskakujícím okně vybereme rozkliknutím zpráv typu DRUMVB podtyp této zprávy s názvem Identification data a zde v prostředním okně vybereme možnost ID\_02. Tento signál nás informuje o změně čísla vlaku. Tento postup je zřetelný z obrázku 21, který se nachází ve třetí kapitole této diplomové práce.

Poté co jsme v tabulce vyfiltrovali pouze zprávy požadovaného typu, je potřeba tyto zprávy seřadit. Kliknutím na tlačítko „seřadit“ dojde k otevření požadovaného okna, kde v prvním řádku vybereme signál DATE, který seřadí dané zprávy také podle data. Nabídku následně potvrdíme. Získáme upravenou tabulku, která je zobrazena na následujícím obrázku, kde jsou jednotlivé záznamy signálu ID\_02 seřazeny podle data, kdy byly zaznamenány.

	N°	Type	Sub-Type	DATE	CON_03	CON_02	LOC_09	LOC_23	LOC_24	LOC_27	LOC_4	LOC_4	ID_02
031	3388851	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 12:56:13.300									4807300
032	3388850	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 12:56:47.250									48073
033	3388849	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 12:57:12.850									49753
034	3376053	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 14:18:23.200									48073
035	3289074	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 19:24:59.600									48072
036	3214707	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 23:18:50.300									48072
037	3214706	DRUMVB	Identific...	2015/10/06 23:19:09.750									48071
038	3130194	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 05:26:16.050									140510
039	3037617	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 11:33:39.750									
040	3037601	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 11:33:41.800									*****
041	3037599	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 11:33:41.900									*****
042	3037587	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 11:33:42.800									140510
► 043	3035640	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 11:54:30.150									140510
044	3020451	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 14:12:03.300									147855
045	2922624	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 20:41:52.100									47796
046	2922612	DRUMVB	Identific...	2015/10/07 20:58:51.000									46980

Obr. 32: Výsledný tvar tabulky, po přidání signálu ID\_02 a seřazení podle jeho hodnoty.

Pro vysvětlení postupu při běžné provozní kontrole a pro další práci se zaznamenanými daty, je pro nás důležitá zpráva číslo 3035640. Tato zpráva byla zaznamenána 7. 10. 2015 v 11:54:30.150 hodin. Můžeme si všimnout, že v tomto čase došlo ke změně stavu signálu ID\_02 na hodnotu 140510, což odpovídá změně čísla vlaku. Další změna nastává v čase 14:12:03.300 téhož dne. Pro další práci se zaznamenanými daty si tedy vybereme pouze ty zprávy, které byly zaznamenány v intervalu zpráv 3035640 a 3020451. Opět použijeme nabídku „Filtr“. Zde vybereme ta data, která chceme vyfiltrovat do tabulky. Nejprve v části okna s názvem „Typ zprávy“ vybereme zprávu typu DRUMVB, kde ke zprávě podtypu Identification data vybereme dříve používaný podtyp zpráv s názvem Mirel, který nás informuje o rychlosti a ujeté dráze. Dále vybereme možnost „Časová značka“, kde uvedeme interval od 7.10.2015 11:54:30.150 do 7.10.2015 14:12:03.300. Po potvrzení tohoto okna zprávy seřadíme podle data. Po seřazení již získáme tabulku, jejíž část je na obrázku 33.

	N°	Sub-1	DATE	CON_03	CON_02	LOC_09	LOC_23	LOC_24	LOC_27	LOC_33	LOC_42	LOC_43	ID_02
► 0001	3035640	D. Ide...	2015/10/07 11:54:30.150										140510
0002	3035616	D. MIR...	2015/10/07 13:32:27.750	31,255 km	0 km/h								
0003	3035615	D. MIR...	2015/10/07 13:32:28.550	31,255 km	0 km/h								
0004	3035612	D. MIR...	2015/10/07 13:32:31.350	31,255 km	0 km/h								
0005	3035610	D. MIR...	2015/10/07 13:32:31.700	31,255 km	0 km/h								
0006	3035608	D. MIR...	2015/10/07 13:32:32.100	31,255 km	0 km/h								
0007	3035592	D. MIR...	2015/10/07 13:32:35.300	31,255 km	1,125 km/h								
0008	3035580	D. MIR...	2015/10/07 13:32:37.100	31,256 km	2,156 km/h								
0009	3035571	D. MIR...	2015/10/07 13:32:38.550	31,257 km	3,266 km/h								
0010	3035566	D. MIR...	2015/10/07 13:32:39.450	31,258 km	4,281 km/h								
0011	3035559	D. MIR...	2015/10/07 13:32:40.350	31,259 km	5,453 km/h								
0012	3035552	D. MIR...	2015/10/07 13:32:41.600	31,261 km	6,5 km/h								
0013	3035546	D. MIR...	2015/10/07 13:32:42.500	31,263 km	7,516 km/h								
0014	3035540	D. MIR...	2015/10/07 13:32:43.500	31,265 km	8,672 km/h								

Obr. 33: Část tabulky zaznamenaných hodnot při jízdě hnacího vozidla jako vlaku 140510.

Jak již bylo zmíněno v přechozím textu, při běžné provoní kontrole je kontrolováno několik hlavních zaznamenaných údajů a to dodržení maximální rychlosti, zapnutí vlakového zabezpečovače, dodržení pomalých jízd popř. technika vedení vlaku strojvedoucím. Nejprve se budeme věnovat kontrole nepřekročení maximální rychlosti vlaku. Pro kontrolu tohoto parametru je potřeba dvou pomůcek. První z nich jsou tabulky traťových poměrů, které popisují parametry daného traťového úseku (rychlost, spád, atd.), na kterém se daný vlak pohybuje. Druhou pomůckou je sešitový jízdní řád vlaku, který každému vlaku přiřazuje maximální rychlost, potřebná brzdicí procenta a další informace, které pro nás ovšem nejsou důležité. Postup kontroly dodržování maximální přípustné rychlosti je poté následující. Určený zaměstnanec si nejprve vyhledá v sešitovém jízdním řádu požadovaný vlak. Pro jednodušší hledání daného vlaku v sešitovém jízdním řádu je vhodné zjistit pomocí GPS souřadnic polohu vlaku, neboť sešitové jízdní řády jsou rozděleny podle čísel tratí, tak aby nebyly příliš obsáhlé a také proto, aby byla orientace v nich jednodušší. Nejprve tedy zjistíme pomocí GPS souřadnic polohu vlaku a tím určíme místo, kde bylo strojvedoucím dané číslo vlaku vloženo do systému hnacího vozidla. Souřadnice polohy GPS zjistíme v okně vlastnosti zprávy, kliknutím na zprávu, ve které se mění hodnota signálu ID\_02, resp. mění se číslo vlaku. Pro nás je to tedy zpráva číslo 3035640. Souřadnice GPS mají při záznamu této zprávy hodnotu 49°53'20.2" North; 18°33'55.1" East. Přiřazení daných souřadnic poloze na mapě je možno dosáhnout několika způsoby. Pro zjištění polohy na mapě pomocí GPS souřadnic bylo při řešení této diplomové práce použito map společnosti Google, které jsou běžně dostupné na internetových stránkách společnosti Google. Pokud tedy chceme zjistit polohu hnacího vozidla, zadáme do Google vyhledávače souřadnice v následujícím tvaru: 49°53'20.2", 18°33'55.1". Po zadání a potvrzení souřadnic hnacího vozidla zjistíme, že se hnací vozidlo nachází ve stanici Petrovice u Karviné. Je potřeba mít na paměti, že zařízení pracuje s jistou odchylkou, což znamená, že poloha hnacího vozidla není souřadnicemi vždy určena úplně přesně, avšak pro určení stanice, v nichž vozidlo zastavilo, je přesnost zaměření dostačující.

Po určení stanice, v nichž došlo ke změně čísla vlaku, je možno daný vlak vyhledat v příslušném sešitovém jízdním řádu a zjistit jeho maximální povolenou rychlost. Zde jsme se ale při řešení této diplomové práce setkali s problémem, protože námi vybraný vlak nešlo již v sešitovém jízdním řádu dohledat. To bylo způsobeno tím, že sešitové jízdní řády jsou na portále správce železniční dopravní cesty archivovány pouze po určitou dobu, neboť dochází k jejich pravidelné aktualizaci a změně, přičemž námi analyzovaný záznam pocházel z října roku 2015, což znamená, že daný sešitový jízdní řád byl pro nás nedohledatelný. Proto jsme si tedy, pouze pro ilustraci postupu kontroly rychlosti při běžné provozní kontrole, stanovili

maximální povolenou rychlost daného vlaku na 100 km/h, přičemž jsme dále postupovali stejně, jako bychom danou rychlost určili ze sešitového jízdního řádu.

Ze sešitového jízdního řádu bychom tedy určili pro vlak 140510 maximální povolenou rychlost. Hodnota maximální povolené rychlosti je, dle předchozího odstavce, stanovena na 100 km/h. Nyní je potřeba vyhledat maximální traťové rychlosti na daném traťovém úseku. Podle změny souřadnic polohy GPS v čase jsme určili směr jízdy vlaku a tím i stanice, kterými následně projíždí. To jsme určili následujícím postupem. Jak již bylo zmíněno výše, k další změně čísla vlaku dochází v čase 14:12:03.300. Pokud si tedy určíme polohu vlaku v čase záznamu této zprávy, zjistíme, v jaké stanici hnací vozidlo pobývalo v čase, kdy ukončilo svou jízdu jako vlak číslo 140510. Podle GPS souřadnic jsme dané místo identifikovali jako železniční stanici Ostrava – Svinov. Nyní si tedy můžeme vyhledat příslušné tabulky traťových poměrů, pro námi hledané traťové úseky. Pro pochopení a nastínění postupu kontroly maximální povolené rychlosti, nám bude stačit tabulka traťových poměrů s označením TTP 301B - tabulka číslo 6 [5]. Tato tabulka popisuje traťové poměry na traťovém úseku Petrovice u Karviné státní hranice – Dětmárovice, na kterém bude daný postup vysvětlen. Část této tabulky je zobrazena na následujícím obrázku 34.

	<u>rychl R příp. jiné omezení</u>	<u>rychl N</u>	<u>rychl 3</u>	<u>&lt;40 km.h<sup>-1</sup></u>		<u>&lt;40 km. h<sup>-1</sup></u>	<u>rychl 3</u>	<u>rychl N</u>	<u>rychl R příp. jiné omezení</u>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					<b>Zebrzydowice (PKP)</b>					
		120			<b>Petrovice u Karviné státní hranice</b>					
4 / 1	ž. sv.	90			291,870			120		III / 0
					<b>Petrovice u K.</b>					
4 / 1	přev  (-----)	65 120 110			290,340 290,125 286,800 285,120			90 65 120 110	ž. sv. přev  (-----)	III / 0
					<b>Dětmárovice</b>			(110)	(z koleje č. 4)	

Obr. 34: Část tabulky traťových poměrů TTP 301B – tabulka 6.[5]

Tato tabulka traťových poměrů tedy zahrnuje traťový úsek mezi stanicemi Petrovice u Karviné a Dětmárovicemi, tudíž mezi dvěma sousedními stanicemi. Pro následnou kontrolu budeme uvažovat situaci, že daný vlak vyjíždí z úrovně dopravní kanceláře ve stanici Petrovice u Karviné. Dopravní kancelář má v této stanici kilometrickou polohu 290,762 km. Nyní se přesuneme do prostředí programu JDRMDR. V tabulce zaznamenaných zpráv zjistíme, že se námi sledovaný vlak rozjíždí přibližně v čase 13:32:32. Kilometrický stav, který je pro nás výchozím, a bereme jej jako nulový, je 31,255 km. K této hodnotě budeme

tedy následně přičítat potřebné vzdálenosti mezi návěstmi, které upravují maximální povolenou rychlost na daném úseku trati. Tyto vzdálenosti určíme z tabulky traťových poměrů. V tabulce TTP 301B – tabulka 6, si můžeme všimnout, že se vlak při rozjezdu od dopravní kanceláře, nachází v úseku trati, kde je maximální rychlost upravena na 90 km/h, návěstí s kilometrickou polohou 291,870. Další změna povolené rychlosti je dána návěstí s kilometrickou polohou 290,340 km. Touto návěstí je rychlost omezena na 65 km/h. Následují další omezení. Na kilometrické poloze 290,125 km se nachází návěst upravující rychlost na 120 km/h. Následně je návěstí s kilometrickou polohou 286,800 km upravená rychlost na 110 km/h.

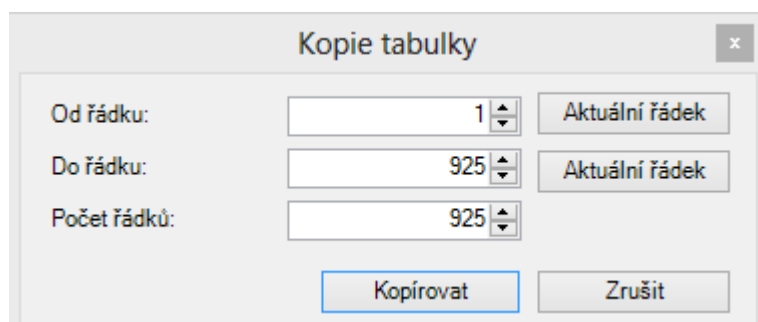
Uvažujeme-li kilometrický stav hnacího vozidla 31,255 jako nulový, dojde k úpravám povolené rychlosti při těchto kilometrických hodnotách:

- Při výchozím stavu 31,255 km, je maximální povolená rychlost dle TTP 90 km/h. Tato rychlost je upravena návěstí s kilometrickou polohou 291,870. Vlak se tedy rozjíždí v úseku, ve kterém je rychlost upravena touto návěstí.
- Při stavu 31,677 km bude rychlost upravena na 65 km/h (vzdálenost mezi dopravní kanceláří a danou návěstí je 0,422 km, přičemž výchozí kilometrický stav, ke kterému tuto hodnotu přičítáme, je 31,255 km),
- při stavu 31,892 km bude rychlost upravena na 110 km/h (vzdálenost mezi touto a předchozí návěstí je 0,215 km),
- při stavu 35,217 km bude rychlost upravena na 120 km/h (vzdálenost mezi touto a předchozí návěstí je 3,325 km), přičemž bude ukázkou kontrolována až po nám známou kilometrickou polohu dopravní kanceláře ve stanici Dětmárovice, která má hodnotu 284,402 km.

Z předchozího textu vyplývá, že pro nás důležitým úsekem při kontrole dodržování povolené rychlosti, bude úsek mezi dopravní kanceláří ve stanici Petrovice u Karviné a dopravní kanceláří ve stanici Dětmárovice. Tyto dvě dopravní kanceláře jsou od sebe vzdáleny 6,360 km. Nyní si tedy z tabulky zaznamenaných dat vyfiltrujeme pouze ty zprávy, které byly zaznamenány od okamžiku rozjezdu, do okamžiku, kdy byla kilometrická hodnota hnacího vozidla, uvedená v programu JDRMDR, 36,615 km. Tato kilometrická poloha odpovídá přibližně zprávě číslo 303062, která byla zaznamenána v čase 13:37:48.600.

Po vyfiltrování zpráv v daném rozsahu jsme získali finální podobu tabulky zaznamenaných dat, pro kontrolu dodržení maximální povolené rychlosti.

Protože byla změna signálu ID\_02, tudíž změna čísla vlaku, zaregistrována v čase 11:54:30.150, ovšem vozidlo se dalo do pohybu až v čase 13:32:32.100, vyfiltrujeme všechny zprávy v rozmezí času od 13:32:32.100 do 13:37:48.600. Tato doba odpovídá pohybu vozidla na námi kontrolovaném úseku. Pro následnou kontrolu je vhodné použít tabulkový editoru MS Excel. Nejprve do něj importujeme zaznamenaná data. V prostředí tabulky stiskneme kombinaci kláves ctrl+c. Následně se objeví vyskakovací okno, sloužící k výběru dat k exportu. Označíme řádky, které chceme exportovat a to dle následujícího obrázku.



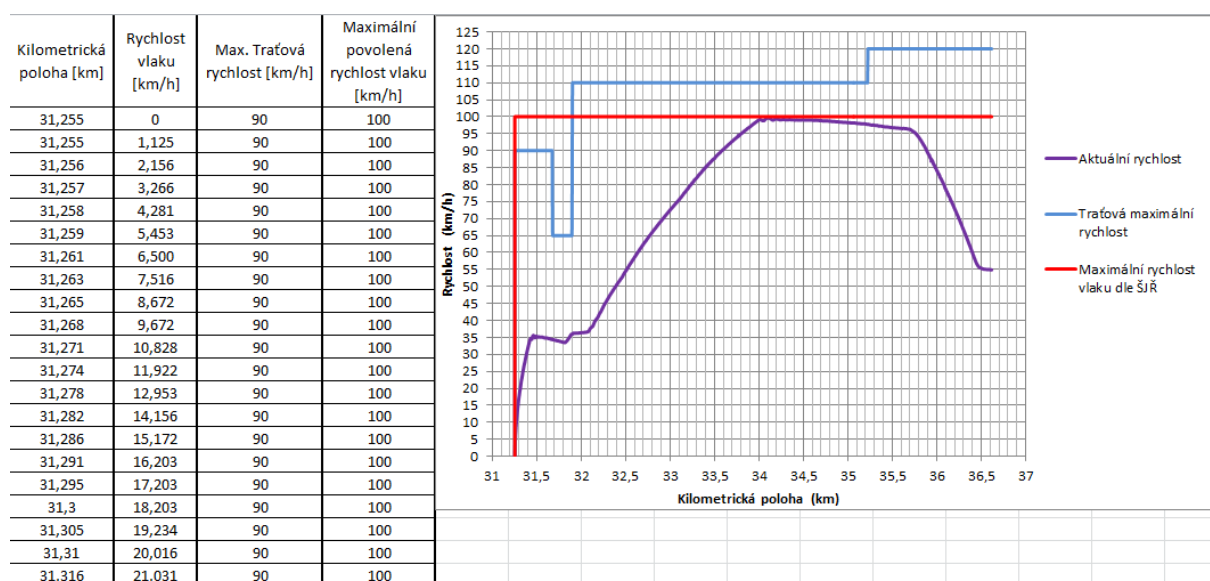
Obr. 35: Nastavení vyskakovacího okna „kopie tabulky“.

Jediným možným problémem, který se může při tomto nastavení objevit, je situace, kdy chce uživatel překopírovat více než 1000 řádků. Program JDRMDR umožňuje najednou překopírovat pouze 1000, což znamená, že rozsáhlejší záznamy je potřeba kopírovat na více etap.

#### 4.4. Využití programu MS Excel pro běžnou provozní kontrolu

Poté co okno „Kopie tabulky“ potvrdíme tlačítkem „Kopírovat“, přesuneme se do prostředí tabulkového editoru MS Excel. Zde stiskneme kombinaci kláves ctrl+v. Získáme kopii tabulky, ze které odstraníme všechny sloupce, kromě sloupce, který zobrazuje hodnoty rychlosti vozidla (CON\_02) a hodnoty ujeté vzdálenosti (CON\_03). Následně z těchto sloupců pomocí funkce „text do sloupců“, kterou aplikace MS Excel nabízí, odstraní označení jednotek. Poté do dalšího sloupce vypíše maximální traťové rychlosti v závislosti na ujeté dráze, tzn. rychlost 90 km/h pro úsek 31,255 – 31,677 km, rychlost 65 km/h pro úsek 31,677 – 31,892 atd. dle textu výše, kde byla tato problematika řešena. Následně vytvoří čtvrtý sloupec, do kterého uvede maximální povolenou rychlost stanovenou sešitovým jízdním řádem, pro nás 100 km/h. Tuto rychlost nakopíruje pro celý kontrolovaný úsek, protože ta se v našem případě nemění. Následně vytvoří X, Y graf, ve kterém se objeví tři křivky a to závislost aktuální rychlosti hnacího vozidla na kilometrické poloze vozidla,

závislost traťové rychlosti na kilometrické poloze vozidla a závislost maximální povolené rychlosti vlaku na kilometrické poloze vozidla. Následně získá srozumitelný grafický výstup, který mu poslouží jako pomůcka pro kontrolu dodržení maximální rychlosti na daném úseku. V případě zobrazeném na obrázku 36 si můžeme všimnout, že na daném traťovém úseku obsluha hnacího vozidla dodržela jak maximální povolenou rychlost pro daný traťový úsek, tak i maximální povolenou rychlost vlaku, neboť hodnota fialové křivky, označující aktuální rychlost nemá nikde větší hodnotu, než další dvě křivky označující jak maximální traťovou rychlost, tak maximální rychlost vlaku.



Obr. 36: Výsledný vzhled pomůcky pro kontrolu maximální povolené rychlosti.

Dalším údajem, který je kontrolován při běžné provozní kontrole, je zapnutí vlakového zabezpečovače. V našem případě se bude jednat o vlakový zabezpečovač typu Mirel. Postup kontroly zapnutí vlakového zabezpečovače opět provedeme pro výše zmíněný vlak číslo 140510, který vyjíždí ze stanice Petrovice u Karviné do stanice Ostrava – Svinov. Opět si tedy pomocí funkce „Filtr“ vyfiltrujeme pouze ta data, která byla zaznamenána během jízdy tohoto vlaku. Opět tedy podle předchozího návodu získáme tabulku se zaznamenanými daty v takovém tvaru, v jakém je na obrázku 32 a následně za použití funkce „Filtr“ vyfiltrujeme zprávy v rozmezí od 7.10.2015 11:54:30.150 do 7.10.2015 14:12:03.300, přičemž vybereme v kolonce „Typ zprávy“ pouze zprávy podtypu Mirel a Identification data, jak již bylo popsáno výše. Poté co potvrdíme tento výběr a získáme tabulku obsahující požadované zprávy, je potřeba přidat do této tabulky sloupec, který obsahuje hodnoty signálu, zaznamenávajícího stav vlakového zabezpečovače. Sloupec přidáme dle popisu v předchozí části této kapitoly s tím rozdílem, že na místo signálu ID\_02, zaznamenávajícího změnu čísla vlaku, přidáme signál zprávy typu DRUMVB, kde vybereme podtyp zprávy Mirel a následně



signál MIR\_01. Tento signál má binární tvar a informuje nás o tom, zda je zařízení Mirel aktivní. Výsledná tabulka má následující tvar.

	N°	Type	Sub-Type	DATE	<sup>^</sup> (1)	CON_03	CON_02	LOC_09	LOC_23	LOC_24	LOC_27	LOC_33	LOC_42	LOC_43	MIR_01
0164	3034913	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:16.450		32,073 km	36,656 k...								MIREL active
0165	3034908	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:17.000		32,079 km	36,812 k...								MIREL active
0166	3034904	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:17.600		32,085 km	37,109 k...								MIREL active
0167	3034900	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:18.250		32,092 km	37,484 k...								MIREL active
0168	3034896	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:18.750		32,098 km	37,703 k...								MIREL active
0169	3034892	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:19.400		32,104 km	37,844 k...								MIREL active
0170	3034887	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:20.050		32,110 km	37,984 k...								MIREL active
0171	3034883	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:20.450		32,115 km	38,062 k...								MIREL active
0172	3034881	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:20.550		32,117 km	38,109 k...								MIREL active
0173	3034877	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:21.200		32,123 km	38,297 k...								MIREL active
0174	3034873	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:21.850		32,130 km	38,594 k...								MIREL active
0175	3034869	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:22.350		32,136 km	39,016 k...								MIREL active
0176	3034865	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:23.000		32,143 km	39,438 k...								MIREL active
0177	3034861	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:23.600		32,149 km	39,766 k...								MIREL active
0178	3034858	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:24.000		32,154 km	39,922 k...								MIREL active
0179	3034854	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:24.650		32,160 km	40,172 k...								MIREL active
0180	3034851	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:25.050		32,165 km	40,297 k...								MIREL active
0181	3034847	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:25.550		32,171 km	40,484 k...								MIREL active
0182	3034844	DRUMVB	MIREL	2015/10/07 13:34:25.950		32,176 km	40,656 k...								MIREL active

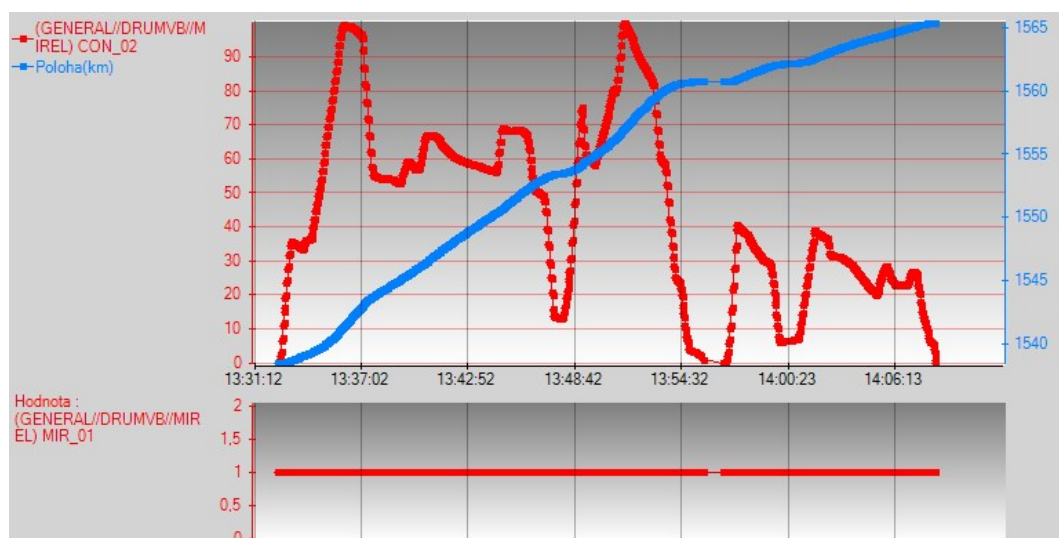
Obr. 37: Tabulka zaznamenaných dat, po vyfiltrování části dat a přidání sloupce MIR\_01.

Získali jsme tedy tabulku, ve které máme navíc sloupec s hodnotou signálu MIR\_01. Pro kontrolu toho, zda byl vlakový zabezpečovač zapnut, po celou dobu jízdy vlaku, je vhodné průběh signálu MIR\_01 zobrazit v grafické podobě. Klikneme tedy na tlačítko „konfigurace grafu“, kde nastavíme v okně „zdroje vedlejších grafů“, jako zdroj signál MIR\_01. Předchozí uložené nastavení zdrojů vedlejších grafů bylo v tomto případě pro srozumitelnost odstraněno. Část okna „konfigurace grafu“ po nastavení je zobrazena na následujícím obrázku, přičemž horní část tohoto okna zůstala nastavena stejně jako na obrázku 27.

Obr. 38: Nastavení okna „konfigurace grafu“ pro kontrolu zapnutí VZ.

Po potvrzení získáme graf, ve kterém je zaznamenán průběh signálu MIR\_01. Z tohoto průběhu můžeme usoudit, že vlakový zabezpečovač hnacího vozidla, byl po celou dobu

pohybu vlaku aktivní, protože jeho hodnota je v délce celého průběhu rovna 1, což znamená, že zařízení Mirel bylo aktivní. Výsledný graf, vhodný pro kontrolu zapnutí VZ při běžné provozní kontrole je zobrazen na následujícím obrázku.

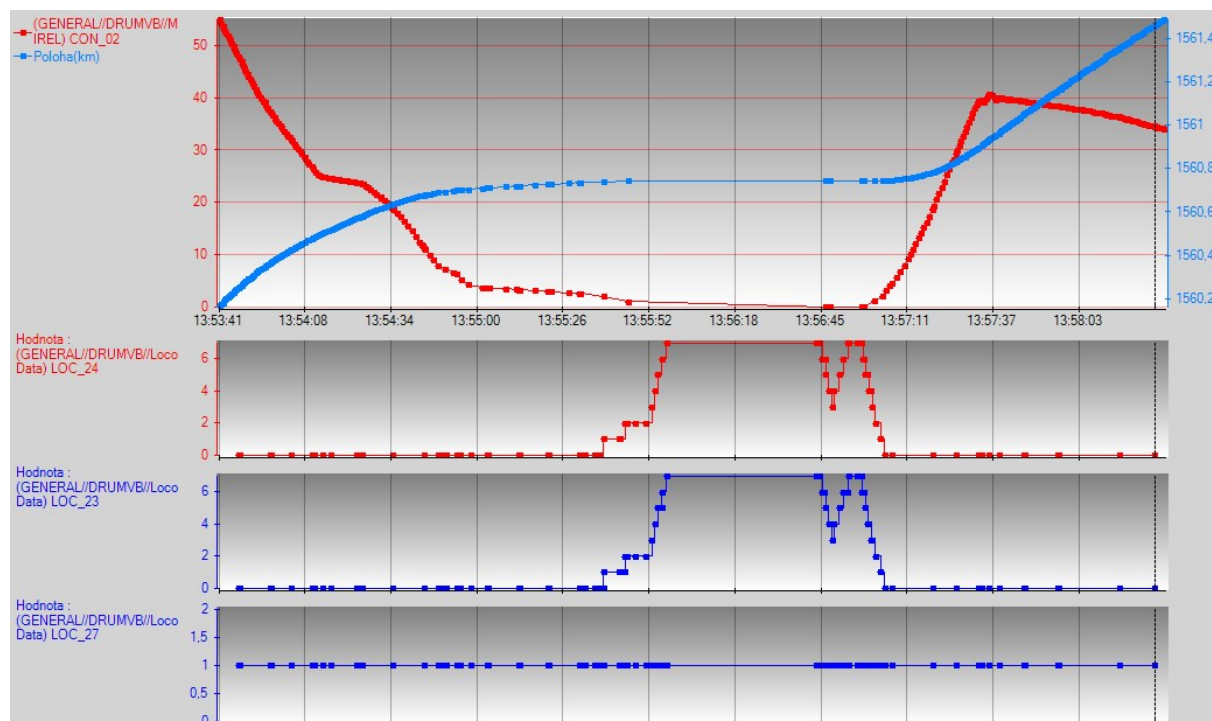


Obr. 39: Grafický výstup, sloužící ke kontrole zapnutí VZ.

Dalším kontrolovaným parametrem při běžné provozní kontrole je kontrola dodržení pomalých jízd. Toto omezení vydává správce železniční dopravní cesty. Jedná se o omezení rychlosti na určitých traťových úsecích, např. z důvodu údržby trati v daných místech apod. Toto omezení je jednotlivým provozním jednotkám oznamováno na každý týden, přičemž během týdne může být aktualizováno. Zaměstnanci provádějící kontrolu a vyhodnocování zaznamenaných dat hnacích vozidel, tedy musí při kontrole dodržení povolené rychlosti brát do úvahy, že na daném traťovém úseku, mohla v době jízdy hnacího vozidla platit upravená traťová rychlost a brát tuto rychlost jako další omezující podmínku při kontrole dodržování tohoto parametru. Přehled pomalých jízd, jak se tento dokument nazývá, tedy označuje úsek, na kterém je toto dané omezení v platnosti, dále kolej pro kterou platí, kilometrickou polohu začátku a konce omezení, délku daného úseku v metrech, traťovou rychlost, čas zavedení a čas ukončení.

Posledním parametrem, který je popsán v této diplomové práci a který může být součástí běžné provozní kontroly, je technika vedení vlaku. V této diplomové práci se zaměříme na techniku brzdění, neboť informace o řazení jednotlivých odporových stupňů popř. informace o jízdě výběhem nám program JDRMDR neposkytuje. Pro nastínění postupu kontroly těchto parametrů si převedeme tabulku hodnot opět do tvaru, ve kterém bude obsahovat pouze zprávy související s pohybem vlaku 140510, od 7.10.2015 11:54:30.150 do 7.10.2015 14:12:03.300. V tomto případě budou do tabulky vybrány zprávy typu DRUMVB, podtypu Mirel, Identification data a také Loco data. Protože byla konfigurace dané tabulky uložena dle

popisu na konci třetí kapitoly, můžeme okamžitě otevřít okno „konfigurace grafu“ a toto okno potvrdit, neboť potřebné signály byly vybrány již při uložení, tudíž není potřeba je znovu nastavovat. Výsledný grafický výstup má tedy následující podobu, přičemž byl pro ukázkou přiblížen tak, aby zobrazoval průběh v intervalu 13:53:41 až 13:58:26.



Obr. 40: Grafický výstup sloužící ke kontrole techniky vedení vlaku.

V grafu na obrázku 40 máme zobrazen průběh rychlosti a ujeté dráhy v hlavním grafu, průběh brzdění přímočinnou brzdou na obou podvozcích hnacího vozidla – signál LOC\_24 a LOC\_23 a průběh brzdění průběžnou brzdou vlaku – signál LOC\_27. Můžeme si všimnout, že v této části záznamu byl vlak brzděn pouze přímočinnou brzdou, přičemž je na tomto průběhu možná kontrola techniky brzdění daného hnacího vozidla strojvedoucím. Grafický výstup v takovémto provedení je tedy možno použít pro kontrolu techniky vedení vlaku. Pomocí lišty, která se nachází ve spodní části tohoto okna a která slouží k posunování záznamu, je možno průběh brzdění zkontrolovat v jakémkoliv měřítku pro celý průběh jízdy vlaku.

## **5. Návrh postupu analýzy zaznamenaných dat pro použití při posuzování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě.**

V této kapitole bude vytvořen a popsán postup analýzy zaznamenaných dat při určování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě pomocí vyhodnocovacího software JDRMDR spolu s tabulkovým editorem MS Excel, za účelem posouzení dynamiky jízdy vlaku na vybraném traťovém úseku.

### **5.1. Část analýzy zaznamenaných dat, při posuzování příčin mimořádných událostí, v prostředí vyhodnocovacího software JDRMDR.**

V této části kapitoly bude popsán postup analýzy dat, při posuzování mimořádných událostí, od výběru požadovaných dat, až po export těchto dat do prostředí tabulkového editoru MS Excel. Soubor, se kterým budeme pracovat ve vyhodnocovacím software JDRMDR bude stejný, jako soubor, se kterým jsme pracovali v předchozích kapitolách této diplomové práce.

Nejprve tedy v prostředí vyhodnocovacího software JDRMDR otevřeme požadovaný soubor, jak již bylo vysvětleno ve třetí kapitole této diplomové práce. Postup určení zrychlení a brzdných zpomalení hnacího vozidla popř. vlaku bude popsána na úseku, se kterým jsme pracovali již v minulé kapitole, a to na úseku mezi železničními stanicemi Petrovice u Karviné – Dětmárovice. Tímto úsekem hnací vozidlo projíždí jako vlak 140510. Ze všech zaznamenaných dat tedy pomocí funkce „Filtr“ vyfiltrujeme data, která byla zaznamenána při jízdě vlaku na tomto úseku trati. Jedná se tedy o zprávy typu DRUMVB a to o zprávy podtypu Mirel. Před potvrzením nabídky okna „Filtr“, musíme stejně jako v předchozí kapitole, vybrat pouze ty zprávy, které byly zaznamenány během jízdy vlaku 140510 ze stanice Petrovice u Karviné do stanice Dětmárovice, přičemž vybere ty zprávy, které jsou spojeny s rozjezdem a jízdou hnacího vozidla, neboť zprávy, při kterých není hnací vozidlo v pohybu, jsou pro nás z hlediska určení zrychlení popř. zpomalení, nepotřebné. Jedná se tedy o zprávy z intervalu od 7.10.2015 13:32:32.100 hodin do 13:37:47.600 hodin, kdy již zmíněný vlak projíždí okolo dopravní kanceláře ve stanici Dětmárovice.

Po potvrzení tohoto okna získáme tabulku, obsahující požadované zprávy, potřebné pro určení jednotlivých zrychlení popř. zpomalení, na daném úseku trati. Zaznamenané zprávy v této tabulce je nyní třeba pomocí funkce seřadit podle data zaznamenání. Zaznamenané

zprávy seřadíme dle parametru DATE. Přesný postup byl již popsán v kapitole číslo tři. Po seřazení zpráv podle data je tabulka téměř totožná s částí tabulky, která je zobrazena na obrázku 33, avšak s tím rozdílem, že tentokrát je první zobrazenou zprávou v této tabulce zpráva číslo 3035608. Před samotným exportováním zaznamenaných dat z tabulky do tabulkového editoru MS Excel je vhodné upravit si zobrazené sloupce, neboť pro určení zrychlení nám stačí pouze některé zaznamenané údaje (rychlost, ujetá dráha, čas), což zlepší orientaci po exportování dat. Dle postupu, který je popsán ve třetí kapitole a také na obrázku 21 (výběr sloupců tabulky), ponecháme v tabulce pouze sloupce s následujícími názvy:

- N°,
- Type,
- Sub-Type,
- Date,
- signál CON\_02,
- a signál CON\_03.

Poté, co získáme tabulku s výše uvedenými sloupci, zkopírujeme celou tabulku pomocí klávesové zkratky ctrl+c, přičemž ve vyskakujícím okně „kopie tabulky“ nastavíme zkopírování všech řádků tabulky. V našem případě bude pro vybraný úsek nastavení této tabulky totožné s nastavením na obrázku 35. Tato shoda je dána tím, že v obou případech popisujeme jízdu vlaku na stejném úseku trati, což znamená, že exportujeme stejná zaznamenaná data o stejném rozsahu. Po potvrzení tohoto okna se přesuneme do prostředí tabulkového editoru MS Excel, jemuž se věnuje následující podkapitola.

## **5.2. Část analýzy zaznamenaných dat, při posuzování příčin mimořádných událostí, v prostředí tabulkového editoru MS Excel.**

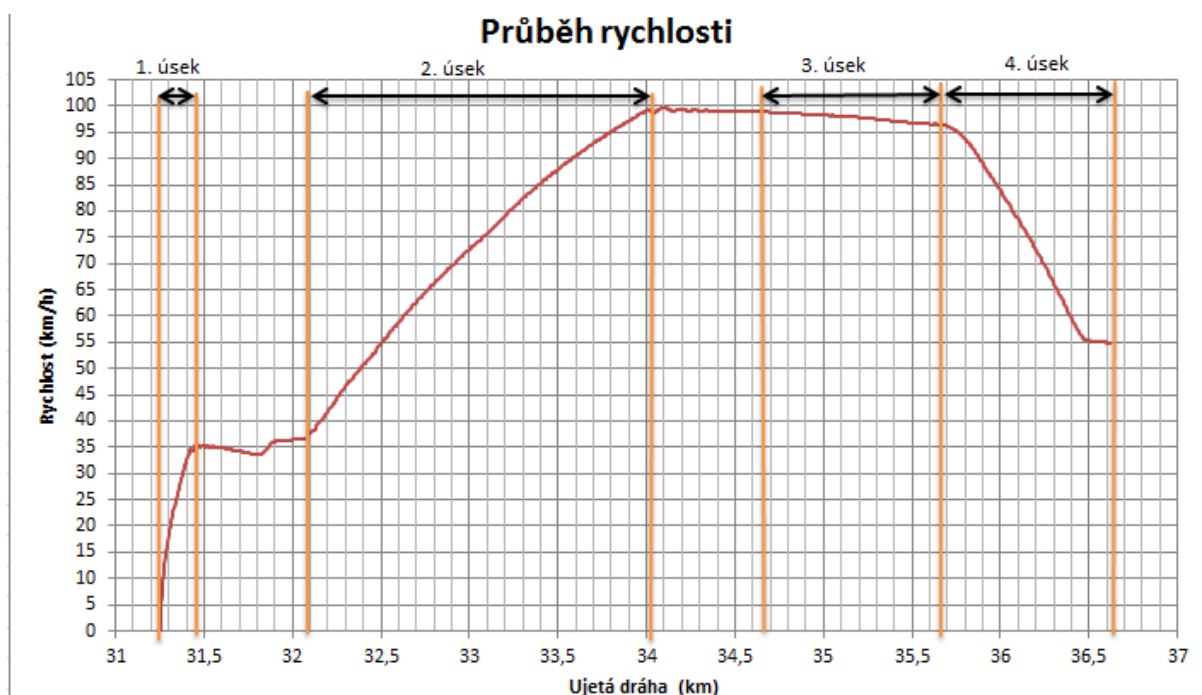
Po otevření uživatelského prostředí v tabulkovém editoru MS Excel, stiskneme kombinaci kláves ctrl+v, což by mělo mít za následek automatické překopírování exportovaných dat na vybraný list editoru MS Excel. Získáme tedy sloupce totožné se sloupci v prostředí software JDRMDR. Pro lepší orientaci při práci s těmito sloupci popř. daty je vhodné některé sloupce odstranit. Jedná se o sloupce s názvem N°, Type, a Sub-Type. Tyto sloupce musíme odstranit až v prostředí MS Excel, neboť software JDRMDR nám neumožní pracovat v daném prostředí s tabulkou, která neobsahuje tato data.

Po odstranění zmíněných sloupců je následně doporučeno přejmenovat jednotlivé sloupce tak, aby byla orientace v daném souboru jednodušší. Sloupce je vhodně přejmenovat v následujícím tvaru:

- Date – čas záznamu,
- CON\_03 – zaznamenaná dráha,
- CON\_02 – rychlost.

Po přejmenování daných sloupců následně odstraníme ve sloupcích s názvy „zaznamenaná dráha“ a „rychlost“ u jednotlivých hodnot fyzikální jednotky. Toho docílíme použitím funkce MS Excel s názvem „Text do sloupců“. Tato položka se nachází v záložce „Data“.

Po provedení všech úprav můžeme přejít k vytvoření grafického výstupu závislosti rychlosti na ujeté dráze popř. čase. V našem případě bude pro ukázkou použit grafický výstup závislosti rychlosti na ujeté dráze. V prostředí MS Excel tedy vybereme graf typu X; Y a necháme danou závislost vykreslit křivkou tak, jak je zobrazeno na následujícím obrázku, přičemž si daný průběh rozdělíme na několik úseků, pro které budeme následně určovat hodnoty zrychlení popř. zpomalení.



Obr. 41: Grafické znázornění průběhu rychlosti HV na daném úseku trati.

V obrázku 41 si můžeme všimnout, že křivka průběhu rychlosti byla rozdělena na 4 úseky. Jedná se o dva úseky, kdy se vozidlo postupně rozjíždí, tzn., že hodnota rychlosti v závislosti na ujeté dráze roste. Následuje třetí úsek, ve kterém jede vozidlo výběhem a čtvrtý úsek, kdy dochází ke zpomalování vozidla.

Jednotlivé úseky jsou rozděleny podle následujících kilometrických poloh vozidla:

- 1. úsek (31,255 km – 31,432 km),
- 2. úsek (32,085 km – 34,096 km),
- 3. úsek (34,641 km – 35,670 km),
- 4. úsek (35,684 km – 36,618 km).

Pro všechny úseky, kromě třetího úseku, kde jede hnací vozidlo výběhem, následně zpracujeme průběhy zrychlení. Při zpracovávání této diplomové práce bylo zjištěno, že ač je stanovení velikosti zrychlení v závislosti na změně dráhy složitější, je pro stanovení průběhu dynamiky vozidla z exportovaných dat z programu JDRMDR vhodnější, použít právě tento postup, neboť nám poskytuje přesnější výsledné hodnoty zrychlení. Toto je způsobeno tím, že při exportu dat z vyhodnocovacího software JDRMDR do programu MS Excel, jsou hodnoty časových údajů exportovány pouze s přesností na celé sekundy. Z hlediska přesnosti výpočtu je tedy vhodnější určovat hodnotu zrychlení jako závislost změny rychlosti na ujeté dráze.

Pro stanovení hodnot zrychlení, je pro jednoduchost vhodné upravit tabulku do tvaru, kdy do ní uživatel přidá dva sloupce. Jedná se o sloupec, který obsahuje kilometrickou polohu záznamu dané zprávy převedenou na hodnotu polohy v metrech a sloupec který obsahuje převedenou hodnotu rychlosti z  $\text{km.h}^{-1}$  na  $\text{m.s}^{-1}$ . V takto upravené tabulce hodnot je nyní postup výpočtu zrychlení, jako závislosti změny rychlosti na dráze, jednodušší a přehlednější. Výpočet zrychlení provedeme pro každý bod záznamu dle vztahu (1.4.1.1.4). Část tabulky, která již obsahuje také vypočtené hodnoty zrychlení, dle matematických vztahů, které jsou popsány níže v textu, je pro ukázkou zobrazena na následujícím obrázku.

i	Čas záznamu [hh:mm:ss]	Zaznamenaná dráha [km]	Zaznamenaná dráha [m]	Rychlost [km.h <sup>-1</sup> ]	Rychlost [m.s <sup>-1</sup> ]	Zrychlení [m.s <sup>-2</sup> ]
1	13:32:32	31,255	31255	0	0,0000	-
2	13:32:35	31,255	31255	1,125	0,3125	0,00000
3	13:32:37	31,256	31256	2,156	0,5989	0,13051
4	13:32:38	31,257	31257	3,266	0,9072	0,23219
5	13:32:39	31,258	31258	4,281	1,1892	0,29553
6	13:32:40	31,259	31259	5,453	1,5147	0,44013
7	13:32:41	31,261	31261	6,5	1,8056	0,24141
8	13:32:42	31,263	31263	7,516	2,0878	0,27470
9	13:32:43	31,265	31265	8,672	2,4089	0,36098
10	13:32:44	31,268	31268	9,672	2,6867	0,23591
11	13:32:45	31,271	31271	10,828	3,0078	0,30476
12	13:32:46	31,274	31274	11,922	3,3117	0,32007
13	13:32:47	31,278	31278	12,953	3,5981	0,24736
14	13:32:48	31,282	31282	14,156	3,9322	0,31455
15	13:32:49	31,286	31286	15,172	4,2144	0,28740

Obr. 42: Část tabulky sloužící ke stanovení zrychlení jako závislosti změny rychlosti na dráze.

V předchozím obrázku 42 si můžeme všimnout, že v případech, kdy stanovujeme zrychlení jako závislost změny rychlosti na ujeté dráze, může nastat situace, kdy zrychlení nelze určit. Tato situace nastává v druhém kroku výpočtu dle obrázku 42. Toto je způsobeno tím, že zaznamenaná dráha je u tohoto kroku stejná jako u předešlého, hodnotu zrychlení tudíž není možné určit. Tento stav v tomto případě eliminujeme tak, hodnoty zaznamenané v řádku číslo jedna odstraníme, a budeme považovat jako první bod rozjezdu hodnoty zaznamenané v řádku číslo dvě. V následujících výpočtech tedy považují jako výchozí rychlost při rozjezdu vlaku rychlost 1,125 km/h.

Jak již bylo řečeno, hodnotu zrychlení jako závislost rychlosti na ujeté dráze jsme určili dle vztahu (1.4.1.1.4). Pro ukázkou využití tohoto vztahu pro určení parametru zrychlení bude proveden vzorový výpočet v třetím kroku daného záznamu. Výpočet má tedy následující tvar:

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_1^2 - v_0^2}{\Delta s} = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,5989^2 - 0,3125^2}{31256 - 31255} = 0,13051 [m \cdot s^{-2}] \quad (5.2.1.)$$

Poté, co tento výpočet provedeme pro všechny body záznamu, určíme střední hodnotu zrychlení pro první druhý a čtvrtý úsek trati, dle obrázku 41. Parametr středního zrychlení pro třetí úsek, ve kterém jelo vozidlo výběhem, bude určen samostatně, neboť určení hodnoty středního zrychlení je zde dosaženo odlišným způsobem. Hodnotu středního zrychlení pro první druhý a čtvrtý úsek tedy určíme jako hodnotu zrychlení mezi krajními rychlostmi, ohraničující vybraný úsek záznamu, tzn. mezi hodnotami rychlostmi na začátku a na konci vybraného úseku záznamu. Abychom eliminovali kolísání hodnot rychlosti na začátcích a koncích jednotlivých úseků, které může být způsobeno rozjezdem nebo zpomalováním hnacího vozidla v případě dosažení požadované rychlosti a následným udržováním této rychlosti, zvýšíme pro případ, kdy hnací vozidlo zrychluje, hodnotu počáteční rychlosti o 5%. Hodnotu rychlosti na konci tohoto úseku poté o 5% snížíme. Pro výpočet hodnoty středního zrychlení v úseku, kde vozidlo zpomaluje, použijeme postup opačný, tudíž od počáteční rychlosti odečteme hodnotu 5% počáteční rychlosti a ke koncové rychlosti přičteme hodnotu 5% koncové rychlosti. K námi vypočtené rychlosti vyhledáme v tabulce exportovaných dat bod, ve kterém se vypočtená rychlost nejvíce blíží hodnotě zaznamenané rychlosti, a následně určíme kilometrickou polohu vozidla, při které byla hodnota této rychlosti zaznamenaná. Získáme tedy výslednou hodnotu středního zrychlení pro úsek trati, který jsme z každé strany zkrátali o 5%. Takto vypočtenou hodnotu středního zrychlení budeme označovat jako  $a_{stř,5\%,i}$ .



Stejný postup následně opakujeme s tím rozdílem, že budeme k jednotlivým hodnotám rychlosti přičítat a odečítat 10% hodnoty dané rychlosti. Tuto hodnotu středního zrychlení budeme označovat jako  $a_{stř,10\%,i}$ . Následně provedeme tzv. citlivostní analýzu, ve které výsledky středního zrychlení vzájemně porovnáme a okomentujeme.

Následující vztah ukazuje příklad postupu výpočtu hodnoty středního zrychlení pro první úsek daného záznamu, tudíž pro úsek, kde hnací vozidlo postupně zrychluje, kdy k počáteční rychlosti přidáme 5% hodnoty této rychlosti a od koncové rychlosti odečteme 5% hodnoty této rychlosti. Následně vyhledáme v tabulce exportovaných dat bod záznamu, který odpovídá příslušné rychlosti po úpravě, a použijeme kilometrickou polohu, odpovídající této rychlosti.

$$a_{stř,5\%,1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,95 \cdot v_1^2 - 1,05 \cdot v_0^2}{\Delta s} = \frac{1}{2} \cdot \frac{9,1329^2 - 0,3281^2}{31432 - 31404} = 0,27954 [m \cdot s^{-2}] \quad (5.2.2.)$$

Poté co tento postup použijeme pro všechny vybrané úseky záznamu, jsou hodnoty středních zrychlení na vybraných úsecích záznamu následující:

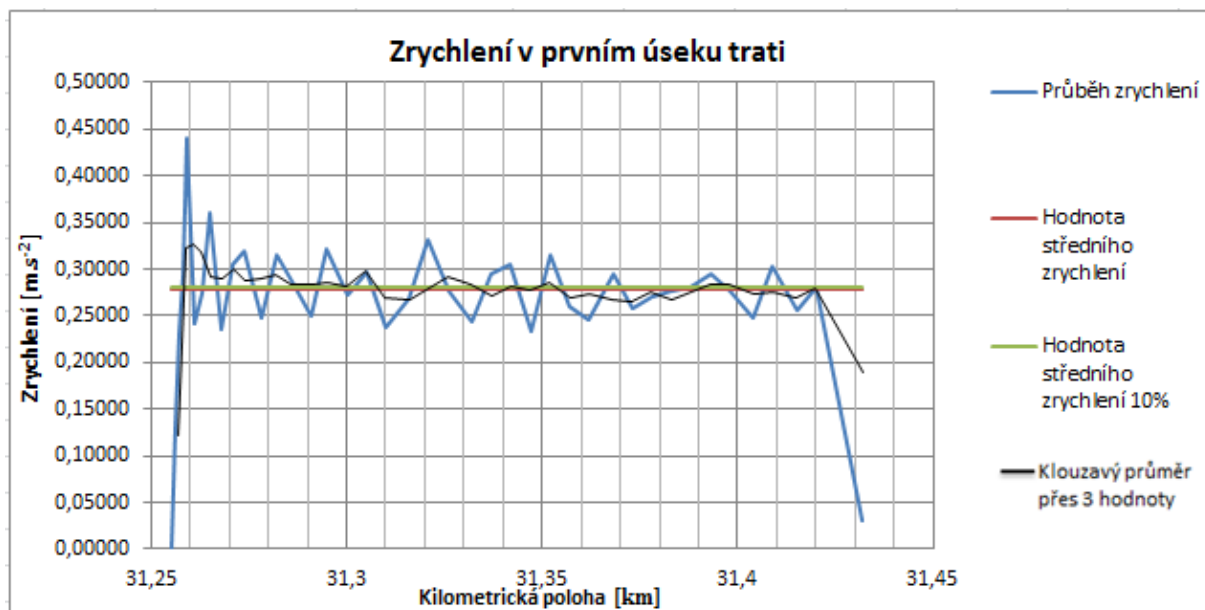
- $a_{stř,5\%,1} = 0,27954 [m \cdot s^{-2}]$  pro 1. úsek,
- $a_{stř,5\%,2} = 0,17514 [m \cdot s^{-2}]$  pro 2. úsek,
- $a_{stř,5\%,3} = -0,33599 [m \cdot s^{-2}]$  pro 4. úsek,
  
- $a_{stř,10\%,1} = 0,28099 [m \cdot s^{-2}]$  pro 1. úsek,
- $a_{stř,10\%,2} = 0,17728 [m \cdot s^{-2}]$  pro 2. úsek,
- $a_{stř,10\%,3} = -0,3392 [m \cdot s^{-2}]$  pro 4. Úsek.

Z výsledných hodnot středních zrychlení vyplývá, že jsme průběh zrychlení odhadli správně. Ze středních hodnot zrychlení je patrné, že se vozidlo v prvních dvou úsecích rozjíždí, protože hodnota středního zrychlení je kladná. Ve čtvrtém úseku má hodnota středního zrychlení naopak záporné znaménko, což znamená, že hnací vozidlo zpomaluje.

Pokud vzájemně porovnáme výsledky středního zrychlení pro stejné úseky trati, zjistíme, že hodnoty středního zrychlení v případech kdy jsme odečítali a přičítali ke krajním hodnotám rychlostí 5% této hodnoty, jsou s hodnotami středního zrychlení v případech, kdy jsme ke krajním hodnotám rychlostí přičítali a odečítali 10% této hodnoty, téměř totožné, přičemž se liší v řádu  $1 \cdot 10^{-3} [m \cdot s^{-2}]$ .

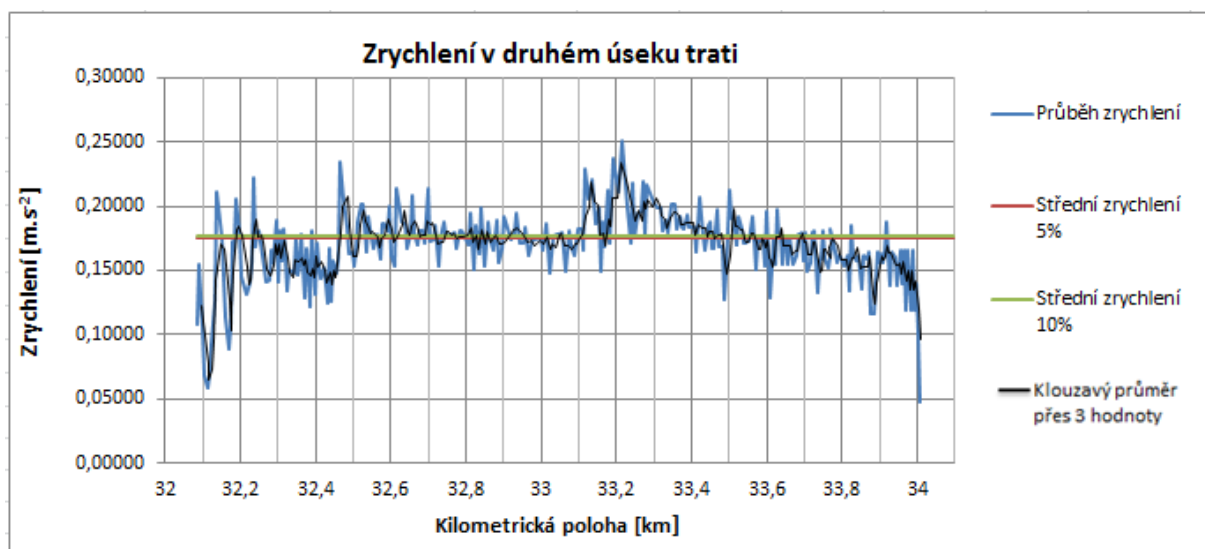
Z provedené citlivostní analýzy určování hodnoty středního zrychlení tedy vyplývá, že při určování hodnoty středního zrychlení na určitém úseku trati není důležité, zdali k hodnotám rychlosti přičítáme nebo odečítáme hodnotu 5% nebo 10% rychlosti v krajním bodu daného úseku.

Následující obrázky představují grafické výstupy závislosti zrychlení na ujeté dráze. Každý graf zobrazuje průběh závislosti zrychlení na dráze na daném úseku trati, dále hodnotu středního zrychlení  $a_{stř,5\%,1}$ , a hodnotu  $a_{stř,10\%,1}$ .



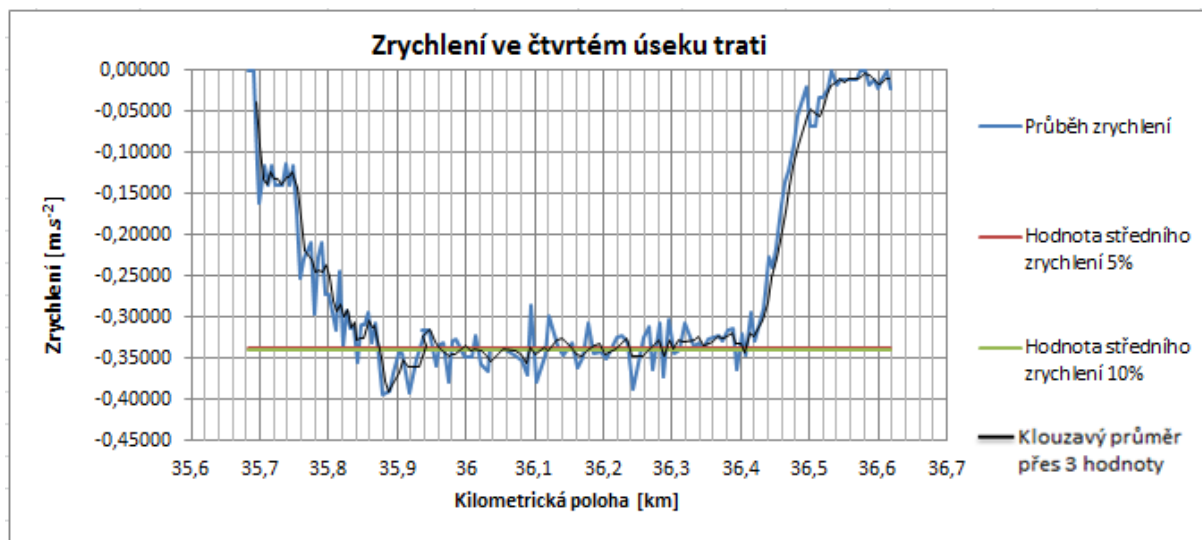
Obr. 43: Graf závislosti zrychlení na kilometrické poloze pro 1. Úsek traťového úseku.

Z obrázku 43 můžeme vypožorovat průběh velikosti zrychlení na prvním úseku trati, přičemž je patrné, že hodnota zrychlení nabývá na celém úseku kladných hodnot.



Obr. 44: Graf závislosti zrychlení na kilometrické poloze pro 2. Úsek traťového úseku.

Na obrázku 44 můžeme pozorovat průběh velikosti zrychlení v druhém úseku trati. V tomto úseku nabývá zrychlení stejně jako v prvním úseku pouze kladných hodnot.



Obr. 45: Graf závislosti zrychlení na kilometrické poloze pro 4. Úsek traťového úseku.

Na obrázku 45 vidíme průběh velikosti zrychlení ve čtvrtém úseku trati. V tomto úseku je průběh zrychlení oproti předchozím dvěma úsekům opačného charakteru, neboť nabývá pouze záporných hodnot.

Z předchozích obrázků můžeme vypožorovat, že průběh závislosti zrychlení na kilometrické poloze vytváří křivku ve tvaru zubů. Tento jev je způsoben tím, že rychlost vozidla je zaznamenávána s přesností na tisíce  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ , zatímco kilometrická poloha vozidla je zaznamenávána s přesností na metry a je zaznamenávána nejméně po jednom celém ujetém metru. Pokud by byla kilometrická poloha vozidla zaznamenávána s vyšší přesností, tzn. častěji, byl by průběh závislosti zrychlení na kilometrické poloze vozidla vyhlazenější. Takového průběhu můžeme částečně dosáhnout využitím funkce „klouzavý průměr“, která se nachází v programu MS Excel. Výsledný průběh po použití této funkce je zobrazen v předchozích obrázcích, přičemž tento průběh je vyznačen černou křivkou. Můžeme si všimnout, že po použití této funkce je výsledný průběh vyhlazenější a již neobsahuje tak ostré změny hodnot.

Nyní se budeme věnovat výpočtu hodnoty středního zrychlení pro úsek, ve kterém jede hnací vozidlo výběhem. V tomto případě budeme postupovat odlišným postupem. Protože je rozdíl rychlosti na tomto úseku příliš malý, nemůžeme zde uplatnit předchozí postup. Hodnotu středního zrychlení na tomto úseku tedy stanovíme tak, že si daný úsek několikrát „zkrátíme“, odebráním části zaznamenaných zpráv, to znamená, že z obou stran úseku odebereme stejnou procentuální část zaznamenaných dat, tzn. např. 10% z každé strany. Toho dosáhneme tak, že

si vypočteme celkový počet zaznamenaných zpráv na tomto úseku, a po pětiprocentních intervalech jej budeme postupně zkracovat z každé strany, přičemž pro každý zkrácený úsek vypočteme hodnotu středního zrychlení, která bude zaznamenána a následně porovnána.

Nejprve určíme hodnotu středního zrychlení z krajních bodů záznamu, odpovídajícího vybranému úseku trat, na kterém se vozidlo pohybuje výběhem. Jedná se tedy o zprávy, které byly zaznamenány v kilometrické poloze 34,641 km a 35,679 km. Výpočet provedeme podle výše uvedeného vztahu (1.4.1.1.4).

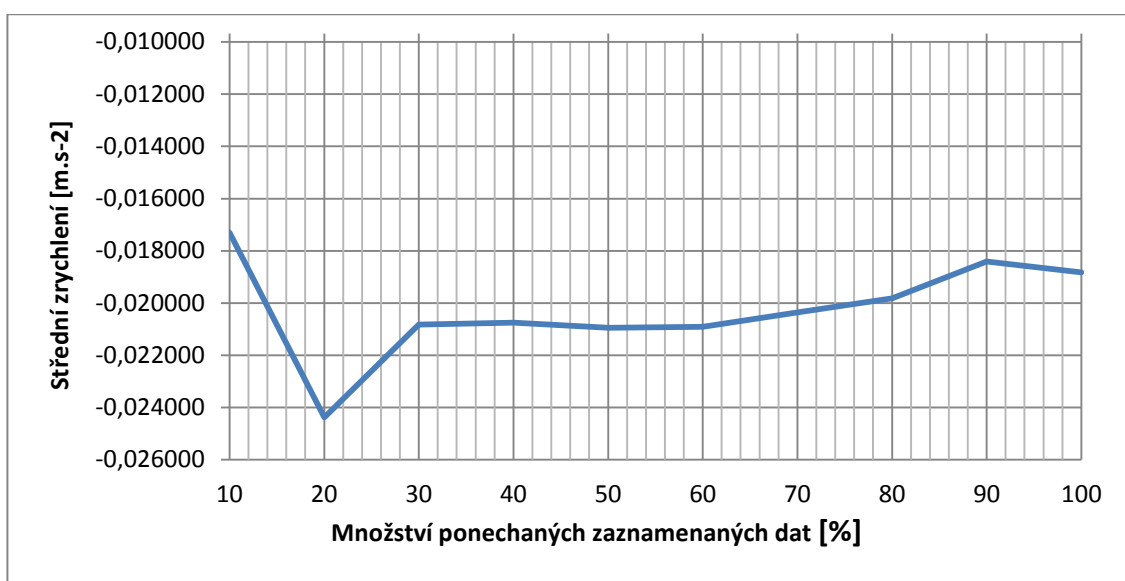
Pro určení dalších hodnot středního zrychlení je potřeba určení počtu zaznamenaných zpráv na daném úseku trati. Z programu MS Excel zjistíme, že počet zaznamenaných zpráv je na třetím úseku roven 175. Nyní můžeme začít určovat hodnoty středního zrychlení, pro jednotlivé varianty tohoto úseku. Nejdříve vypočteme hodnotu středního zrychlení pro úsek, jehož krajní body budou o 5% blíže středu tohoto úseku. Celkově tedy bude počet zaznamenaných zpráv snížen o 10%. Hodnotě 10 % z celkového počtu zpráv odpovídá přibližně 18 zprávám. Zúžíme tedy počet zaznamenaných zpráv o 9 z každé strany, tzn. na 157 zpráv. První zprávou na tomto úseku bude tedy zpráva zaznamenaná při kilometrické poloze 34,691 km, poslední pak zpráva zaznamenaná při kilometrické poloze 35,625 km. Pro dané kilometrické polohy odečteme hodnoty zaznamenaných rychlostí. Následně vypočteme hodnotu středního zrychlení dle již použitého vztahu (1.4.1.1.4). Takto budeme postupovat při stanovení hodnoty středního zrychlení, které budeme postupně určovat pro úseky, kde budeme v každém kroku redukovat počet zpráv, které v tabulce ponecháme o 10%, přičemž tento postup ukončíme v momentě, kdy v tabulce zaznamenaných hodnot zůstane pouze 10% z původně 175 zaznamenaných zpráv. Výsledné hodnoty zrychlení po těchto úpravách jsou zobrazeny v následující tabulce, přičemž je zde zaznamenána také hodnota středního zrychlení pro celý úsek, kterou jsme určili v prvním kroku tohoto výpočtu.

Tab. 2: Závislost středního zrychlení, na množství zaznamenaných dat.

Množství ponechaných zaznamenaných dat [%]	Střední zrychlení [m.s <sup>-2</sup> ]
100	-0,018831
90,00	-0,018408
80,00	-0,019819
70,00	-0,020363
60,00	-0,020905
50,00	-0,020941
40,00	-0,020747
30,00	-0,020822
20,00	-0,024381
10,00	-0,017301

Z tabulky je patrné, že hodnota středního zrychlení je záporná, což znamená, že rychlost vozidla se snižovala. Dále si můžeme všimnout, že změny hodnot středního zrychlení v závislosti na počtu ponechaných dat, nejsou až na poslední dvě hodnoty příliš významné, neboť se pohybují v řádech  $1 \cdot 10^{-3} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-2}]$ .

Z následujícího obrázku, který zobrazuje závislost velikosti hodnoty středního zrychlení na délce vybraného úseku, tzn. na množství ponechaných zaznamenaných dat, můžeme konstatovat, že průběh hodnot středního zrychlení se ustálí v té části, kdy je úsek zkrácen přibližně o 40 až 70 procent. To znamená, že pro určení hodnoty středního zrychlení, pro část trati, na němž jede hnací vozidlo výběhem, je vhodné použít úsek, v němž je ponecháno přibližně 30 až 60 procent zaznamenaných dat.



Obr. 46: Závislost hodnot středního zrychlení na množství ponechaných dat.

Získali jsme tedy hodnoty středního zrychlení a postupného zrychlení v jednotlivých bodech záznamu, pro námi vybrané úseky trati. Tyto hodnoty jsou ovšem pouze teoretické, neboť při zpracovávání analýzy dynamiky vlaku jsme neměli k dispozici parametry daného, vlaku, jako jsou hmotnost vlaku, délka vlaku, atd. Pro vysvětlení a nastínění postupu v reálném provozu, kde by měl určený zaměstnanec tyto údaje k dispozici, jsou ovšem tyto hodnoty a popsany postup dostačující.

### 5.3. Stanovení velikosti tažné síly na obvodu kol

Poté co jsme získali hodnoty zrychlení pro jednotlivé body záznamu na vybraných úsecích a hodnoty středního zrychlení pro vybrané úseky trati, můžeme tyto hodnoty následně využít pro stanovení tažné síly hnacího vozidla.

Při známé hodnotě zrychlení určíme hodnotu tažné síly hnacího vozidla z rovnice pohybu kolejových vozidel. Tato rovnice má následující tvar. [6]

$$F_o - O_L - O_D - O_T - O_Z = 0 \quad (5.3.1)$$

Kde jednotlivé proměnné vyjadřují:

$F_o$	[N]	velikost tažné síly na obvodu kol
$O_L$	[N]	vozidlový odpor hnacích vozidel
$O_D$	[N]	vozidlový odpor tažených vozidel
$O_T$	[N]	traťový odpor
$O_Z$	[N]	odpor ze zrychlení

Tento vztah je možno rozšířením jednotlivých odporů upravit na následující tvar:

$$F_o - G_L \cdot o_L - G_D \cdot o_D - (G_L + G_D) \cdot o_T = (G_L + G_D) \cdot \frac{(1+\rho)}{g} \cdot \frac{dv}{dt} [N] \quad (5.3.2)$$

Kde jednotlivé proměnné vyjadřují:

$F_o$	[N]	velikost tažné síly na obvodu kol
$G_L$	[N]	tíha hnacího vozidla
$o_L$	[1]	součinitel vozidlového odporu hnacích vozidel
$G_D$	[N]	tíha tažených vozidel
$o_D$	[1]	součinitel vozidlového odporu tažených vozidel
$o_T$	[1]	součinitel odporu trati
$\rho$	[1]	součinitel rotujících hmot
$v$	[m.s <sup>-1</sup> ]	rychlost
$t$	[s]	čas

Z předchozího vztahu vyplývá, že známe-li parametry vlaku a parametry traťového úseku, na kterém se vlak pohybuje, potřebujeme pro stanovení velikosti tažné síly hodnotu zrychlení. Tuto hodnotu tedy určíme dle postupu, který byl popsán v předchozí části této kapitoly. Následně z parametrů vlaku a parametrů trati určíme jednotlivé členy rovnice pohybu.

Nejprve stanovíme součinitele vozidlových odporů a to jak hnacího vozidla, tak vozidel tažených, ze kterých následně určíme celkovou velikost těchto odporů. Velikost součinitele vozidlového odporu při dané rychlosti se určí z následujícího empirického vztahu:

$$o_{vi} = a + b \cdot V_i + c \cdot V_i^2 [1] \quad (5.3.3)$$

Kde jednotlivé proměnné vyjadřují:

a	[1]	vliv valení kola po kolejnici
b	[1]	vliv čepového tření v ložiscích
c	[1]	vliv prostředí
$V_i$	[km.h <sup>-1</sup> ]	okamžitá rychlost

Poté co určíme velikost vozidlových odporů jak pro hnací tak pro tažená vozidla, určíme velikost součinitele traťového odporu, z kterého následně určíme hodnotu odporu trati. Součinitel traťového odporu vyjadřuje vliv tří základních parametrů. Jedná se o parametry vlivu:

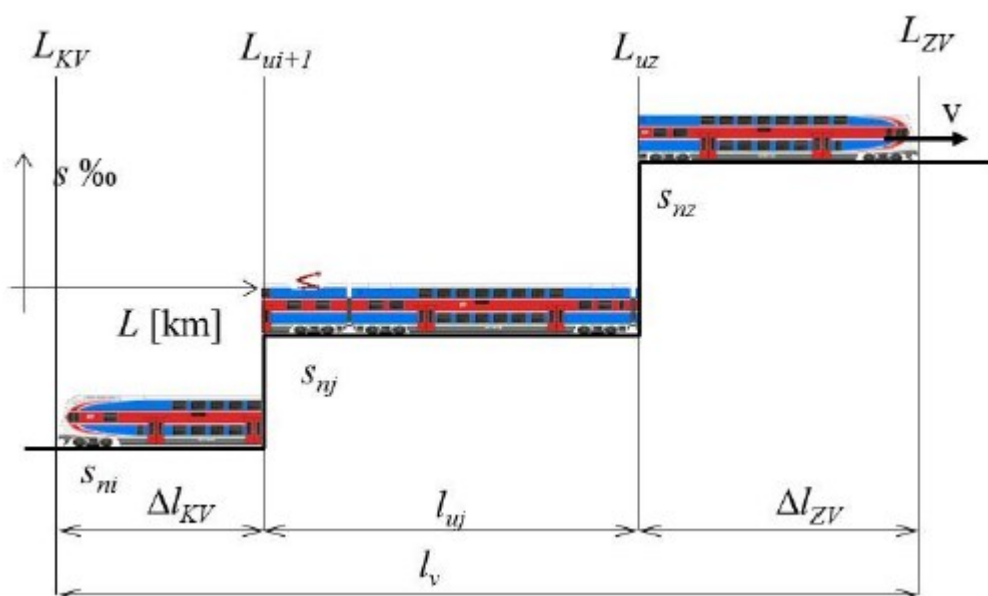
- změny nadmořské výšky (sklonu),
- změny směru (oblouku),
- staveb (tunelu).

Vliv sklonu, oblouku a tunelu následně nahradíme hodnotou s názvem náhradní (redukovaný) sklon, kterou označujeme  $S_r$  [‰]. Tuto hodnotu určíme dle postupu, uvedeného ve skriptech *Základy mechaniky pohybu železničních vozidel* [6]. Následně postupujeme tak, že určíme hodnotu redukovaného sklonu tratě, z něj následně určíme hodnotu součinitele odporu tratě dle vztahu:

$$o_T = S_r \cdot 10^{-3} [1] \quad (5.3.4)$$

Za předpokladu, že délka vlaku je podstatně menší než délka sklonového úseku, redukuje vlakový odpor na hmotný bod o nulové délce.

Není-li ovšem délka vlaku vzhledem k délce sklonového úseku zanedbatelná, je postup odlišný. Při tomto postupu je potřeba provést konstrukci náhradního sklonu se zahrnutím vlivu délky vlaku. Pracujeme s předpokladem, že hmotnost vlaku je rozložena rovnoměrně po celé jeho délce. Okamžitá hodnota sklonu je poté vztažena na čelo vlaku. Výpočet náhradního sklonu se započtením délky  $s_{nl}(L)$  vychází ze schématického znázornění na následujícím obrázku.



Obr. 47: Homogenní skupina vozidel na proměnlivém náhradním sklonu.[6]

Následný vztah pro výpočet hodnoty náhradního sklonu  $s_{nl}$  v místě  $L$  má tvar:

$$s_{nl} = \frac{1}{l_v} [s_n \cdot \Delta l_{KV} + \sum_{j=i+1}^{z-1} s_{uj} + s_{nz} \cdot \Delta l_{ZV}] [\text{‰}] \quad (5.3.5)$$

Kde za předpokladu jízdy ve směru kilometráže platí:

$$L_{ZV} = L[km] \quad (5.3.5.a)$$

$$L_{KV} = L_{ZV} - k_{sj} \cdot l_v \cdot 10^{-3} [km] \quad (5.3.5.b)$$

$$\Delta l_{KV} = l_{ui} - (L_{KV} - L_{ui}) \cdot 10^{-3} [m] \text{ pro } L_{KV} \geq L_{ui} \quad (5.3.5.c)$$

$$\Delta l_{ZV} = (L_{ZV} - L_{uz}) \cdot 10^{-3} [m] \text{ pro } L_{ZV} \geq L_{uz} \quad (5.3.5.d)$$

Pro případ jízdy proti směru kilometráže je nutno v předchozích vztazích změnit vzájemně hodnoty  $L_{KV}$  a  $L_{ZV}$ .

Hodnota součinitele traťového odporu se následně vypočte jako:

$$o_T(L) = s_{nl}(L) \cdot 10^{-3} [1] \quad (5.3.6)$$

Poslední hodnotou, kterou je potřeba zjistit, je hodnota součinitele vlivu rotujících hmot  $\rho$ , která je potřebná pro stanovení hodnoty odporu ze zrychlení. Empirické hodnoty tohoto součinitele jsou uvedeny v následující tabulce.



Tab. 3: Hodnoty součinitele vlivu rotujících hmot  $\rho$ . [6]

Skupiny vozidel	Vozidla	$\rho$ [1]
Vlaky	Obvyklé vlaky osobní nebo nákladní	0,06
	El. Motorové jednotky a motorové jednotky s el. Přenosem výkonu	0,15 - 0,20
Vozy	Motorové vozy s mechanickým přenosem	0,12 - 0,15
	Motorové vozy s trakčními motory	0,20 - 0,25
	Osobní	0,04 - 0,06
	Nákladní ložené	0,04 - 0,05
	Nákladní prázdné	0,10 - 0,12

Jako obvyklý vlak považujeme vlak, jehož hmotnost je alespoň 760 tun. Pro vlaky jiných parametrů je postup stanovení součinitele rotujících hmot dán následujícím vztahem:

$$\rho_{VL} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{Li} \cdot \rho_{Li} + \sum_{j=1}^m m_{Dj} \cdot \rho_{Dj}}{\sum_{i=1}^n m_{Li} + \sum_{j=1}^m m_{Dj}} [1] \quad (5.3.7)$$

Kde jednotlivé proměnné vyjadřují:

$m_{Li}$  [kg] hmotnost i-tého hnacího vozidla

$m_{Dj}$  [kg] hmotnost j-tého taženého vozidla

$\rho_{Li}$  [1] součinitel vlivu rotujících hmot i-tého hnacího vozidla

$\rho_{Dj}$  [1] součinitel vlivu rotujících hmot j-tého taženého vozidla

Po určení velikosti hodnoty součinitele vlivu rotujících hmot známe hodnoty všech proměnných, potřebných pro výpočet velikosti tažné síly na obvodu kol. Tu určíme dosazením hodnot do následujícího vztahu, který získáme úpravou vztahu (5.3.2).

$$F_0 = G_L \cdot o_L + G_D \cdot o_D + (G_L + G_D) \cdot o_T + (G_L + G_D) \cdot \frac{(1+\rho)}{g} \cdot \frac{dv}{dt} [N] \quad (5.3.8)$$

Po dosazení do rovnice pohybu kolejových vozidel a vyjádření hodnoty tažné síly na obvodu kol  $F_0$  mohou nastat tři různé situace:

- $F_0 > 0$ , hodnota tažné síly na obvodu kol je kladná, tudíž platí, že je na obvod kol přiváděna hnací síla a vozidlo se vlivem této skutečnosti pohybuje.
- $F_0 = 0$ , hodnota tažné síly na obvodu kol je rovná nule, tudíž platí, že na hnací kola není přiváděna hnací síla a vozidlo se pohybuje výběhem.

- $F_0 < 0$ , hodnota tažné síly na obvodu kol je záporná, což znamená, že v tomto případě vozidlo brzdí.

Zaměříme-li se na předchozí část kapitoly, ve které jsme určovali hodnoty zrychlení na námi vybraných čtyřech úsecích traťového úseku mezi stanicemi Petrovice u Karviné – Dětmárovice, hodnoty tažné síly by v jednotlivých úsecích byly následující:

- v prvním a druhém úseku, kdy se vozidlo rozjíždí, platí že  $F_0 > 0$ ,
- ve třetím úseku, kde se vozidlo pohybuje výběhem, platí že  $F_0 = 0$ ,
- a ve čtvrtém úseku, kde vozidlo brzdí, platí že  $F_0 < 0$ .

Tento postup byl stejně jako předchozí postup stanovení hodnot zrychlení pouze teoretický, neboť neznáme parametry daného vlaku. Pro stanovení hodnot tažné síly v praxi bude ovšem tento postup dostačující, neboť zaměstnanci, kteří se budou touto problematikou zabývat, budou disponovat potřebnými parametry vlaku, které jsem při tvorbě této diplomové práce neměl k dispozici.

## 6. Provozně technické hodnocení návrhu řešení

V analytické části této diplomové práce byly zpracovány požadavky na záznamová zařízení kolejových vozidel, pohybujících se po dopravní cestě spravované SŽDC s.r.o. Dále byl vytvořen stručný přehled vývoje rychloměrů, používaných na hnacích vozidlech na území České republiky od první poloviny dvacátého století do současnosti. V další části byl zpracován stručný popis hnacího vozidla Siemens – Vectron, spolu s detailnějším popisem funkčních celků souvisejících se záznamem dat o provozu a pohybu vozidla tak, aby si určení zaměstnanci v provozu dokázali představit jednotlivé vazby a pochody probíhající mezi těmito funkčními celky při provozu hnacího vozidla. Slovní popis byl doplněn o popsání schémata a plánky hnacího vozidla tak, aby bylo pochopení těchto pochodů a následná orientace ve vozidle, při práci se zaznamenanými daty co nejjednodušší.

V praktické části diplomové práce byl nejprve popsán postup stahování zaznamenaných dat z hnacího vozidla do osobního počítače určeného zaměstnanci. Tento postup byl kromě detailního slovního popisu a popisu pomocí obrázků doplněn také o popis postupu v podobě vývojového diagramu, kde jsou jednotlivé kroky popsány stručněji. Tento vývojový diagram je určen jako pomůcka pro provozní zaměstnance a jedná se tak o určitý návod, který by mohl být umístěn na pracovišti a který by v případě potřeby mohli určení zaměstnanci využívat. Následně byl popsán postup zpracovávání a analýzy stažených zaznamenaných dat ve vyhodnocovacím software JDRMDR. Tento postup by měl sloužit jako příručka pro zaměstnance zabývající se analyzováním zaznamenaných dat v provozu. Je popsán slovně a je doplněn mnoha obrázky, popisující nastavení jednotlivých parametrů a popis jak uživatelského prostředí software, tak samotné analýzy zaznamenaných dat od fáze otevření zaznamenaných dat, až po fázi získání grafických a numerických výstupů. V další části byl navržen a popsán postup zpracování zaznamenaných dat pro použití při běžné provozní kontrole. Byla vytvořena příručka pro provozní zaměstnance, která popisuje jak jednotlivé parametry, které jsou při provozní kontrole kontrolovány, tak samotný postup kontroly těchto parametrů, a to jak v prostředí software JDRMDR, tak také v prostředí MS Excel. V poslední části byl navržen postup analýzy zaznamenaných dat pro použití při stanovování příčin mimořádných událostí v železniční dopravě. Výsledný postup byl opět zpracován jako návod pro provozní zaměstnance. Obsahuje postup zpracování zaznamenaných dat při analýze dynamiky hnacího vozidla na traťovém úseku, a to nejprve v prostředí software JDRMDR a následně v prostředí software MS Excel, kde popisuje postup získání použitelných výstupů.

## 7. Závěr

Jak již z názvu vyplývá, tématem této diplomové práce bylo vyhodnocování záznamu jízdy hnacího vozidla s elektronickým rychloměrem. Pro různé druhy železničních vozidel platí odlišné podmínky, týkající se použití rychloměrů na těchto vozidlech. Nejprve tedy bylo potřeba analyzovat požadavky na záznamová zařízení kolejových vozidel, která jsou provozována na tratích spadajících pod správu SŽDC s.r.o. K této analýze byl použit dopravní předpis platný pro území České republiky. Jednalo se o vyhlášku 173. Následně byly požadavky doplněny o požadavky společnosti České dráhy a.s., které jsem čerpal z vnitřního předpisu této společnosti a to předpisu V 8/I, který z dané vyhlášky vychází a zároveň její požadavky rozšiřuje. Požadavky byly následně uspořádány a stručně popsány tak, aby orientace v nich byla co nejjednodušší.

Neboť se vše kolem nás postupem času mění a zdokonaluje, neminul pokrok ani zařízení sloužící k zobrazování a záznamu rychlosti a dalších veličin. V následujícím bodě analytické části byl tedy z tohoto důvodu zmapován historický vývoj rychloměrů, které se používali ať už na území Československé republiky, tak na území České republiky, a to od první poloviny dvacátého století, až do současnosti. Stručný popis jednotlivých rychloměrů je společně s popisem jejich funkcí doplněn také o fotografie jednotlivých zařízení, tak aby byly zřejmé také rozdíly v jejich konstrukci. Poslední částí prvního bodu této práce je zpracován teoretický postup výpočtu zrychlení vozidel, který je následně využíván v praktické části.

Protože bylo cílem této diplomové práce popsat postup vyhodnocení záznamu jízdy hnacího vozidla s elektronickým rychloměrem, bylo v následujícím, tedy druhém bodě této práce, popsáno vybrané hnací vozidlo, jehož data byla vyhodnocována. Jedná se o lokomotivu Siemens Vectron. Lokomotiva byla tedy stručně popsána jako celek, přičemž byly porovnány technické parametry jednotlivých vyráběných variant, a to formou tabulky. Následně jsem se detailněji věnoval funkčním celkům a zařízením, spojených se záznamem a ukládáním zaznamenaných dat o provozu a pohybu vozidla. V poslední části tohoto bodu byl vytvořen popis, jak formou textu, tak také formou vývojového diagramu, který vysvětluje a popisuje jednotlivé kroky při stahování zaznamenaných dat z hnacího vozidla do osobního počítače.

Na část postupu stažení zaznamenaných dat navazuje již praktická část této diplomové práce. V ní bylo tedy nejprve popsáno prostředí vyhodnocovacího software JDRMDR. Tento software slouží k práci s daty, zaznamenanými právě lokomotivou Siemens Vectron. Po popisu uživatelského prostředí, které bylo při popisu rozděleno do několika částí, ve kterých

byl postupně popsán význam a možnosti nastavená všech funkcí, následoval postup zpracování zaznamenaných dat. Ten začal popisem otevření stažených dat ve vyhodnocovacím software. Následně byly popsány možnosti analýzy, přičemž byly vysvětleny významy některých signálů, které jsou při analýze významné. Následně na tuto část navázala část, popisující získání výstupů ve vyhodnocovacím software a to jak v numerické tak hlavně v grafické podobě. Popis vyhodnocení byl proveden formou textu, který byl doplněn mnoha grafickými výstupy, které zobrazují jak nastavení jednotlivých parametrů, tak mezivýsledky, aby si mohl uživatel, který tento dokument používá jako příručku pro práci s tímto programem, ověřit, zdali postupuje správně. Tato část práce by mohla být v budoucnu doplněna také o ukázkou postupu nastavení jednotlivých funkcí v podobě videa, tak aby byla pro zaměstnance v provozu srozumitelnější.

Protože určení zaměstnanci jsou v provozu povinni část zaznamenaných údajů kontrolovat, byl obsahem následujícího bodu práce návrh postupu analýzy dat při běžné provozní kontrole. Nejprve bylo tedy potřeba analyzovat parametry, které jsou zaměstnanci kontrolovány. Analýza kontrolovaných parametrů byla provedena z vnitřních předpisů společnosti České dráhy a.s. a to z předpisů V8/I a V8/II. Následně byl popsán postup získání jednotlivých, pro nás důležitých parametrů v prostředí vyhodnocovacího software a postup kontroly těchto parametrů. Pro ukázkou byla pro kontrolu jednotlivých parametrů vybrána data, zaznamenaná při jízdě vozidla na traťovém úseku mezi stanicemi Petrovice u Karviné – Dětmárovice. Při provádění kontroly dodržení maximální povolené rychlosti, bylo potřeba data exportovat do prostředí MS Excel a kontrolu tohoto parametru provést za pomoci tohoto programu. Celý postup je popsán formou textu, který je průběžně doplňován grafickými výstupy.

Neboť jsou zaznamenávána data potřebná, také pro stanovení příčin vzniku mimořádných událostí v železniční dopravě, bylo cílem posledního bodu této práce navrhnout postup analýzy dat, při určování příčin mimořádných událostí. Tento postup byl popsán na stejném traťovém úseku jako v přechodném bodě. Traťový úsek byl rozdělen na několik částí, kdy pro každou část byly určeny jak hodnoty postupného zrychlení v každém bodě záznamu, tak také hodnoty středních zrychlení. Tyto hodnoty byly určeny jako závislost změny rychlosti na kilometrické poloze, neboť se tato metoda ukázala jako nejpresnější. Byla provedena citlivostní analýza, popisující vliv délky posuzovaného úseku na hodnotu středního zrychlení. Pro realizaci tohoto bodu bylo potřeba data nejprve exportovat do prostředí MS Excel, kde byla následně zpracována. Postup je popsán formou textu, které jsou průběžně doplňovány grafickými výstupy jak v podobě obrázků, tak také grafů. V poslední části tohoto bodu byl popsán postup stanovení velikosti tažné síly na obvodu kol z námi určených parametrů.

## **Použité zdroje**

- [1] Vyhláška MD č. 173/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah. Sbírka zákonů. [2015]
- [2] Předpis ČD V8/I Předpis pro provoz a údržbu rychloměrů. Praha: České dráhy. 2000.
- [3] Předpis ČD V8/II Předpis pro údržbu rychloměrů a vyhodnocování jejich záznamů. Praha: České dráhy. 2000.
- [4] Široký, J. Analýza dynamiky pohybu drážních vozidel. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2010.
- [5] Tabulky traťových poměrů, Tabulka TTP 301B č. 06a. vydána SŽDC. [2013]
- [6] Široký, J. Základy mechaniky pohybu železničních vozidel. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2010. Dostupné z: <http://www.vvvd.cz/m10-stavba-zeleznicnich-vozidel-25.html>
- [7] Senft, D. Schulung Datenrekorder TRU. Erlangen: Siemens AG. 2015.

## **Internetové zdroje**

- [8] Obrázek rychloměr Hausshälter. [online]. 2016 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.vlaky.net/servis/galeria.asp?id=6200>
- [9] Obrázek rychloměr ČSD – Tb. [online]. 2009 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://www.hermanicka.wz.cz/html/muzeum/expo-rychlomery.html>
- [10] Obrázek registrační rychloměr TEL – R10. [online]. 2015 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.snotpg.ch/site/vehicules-2/supplements-vhcs/tachygraphe/>
- [11] Obrázek registrační rychloměr firmy Metra Blansko. [online]. 2011. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: [http://kpzs.logout.cz/t334/popis/popis334\\_soubory/reg\\_rychlomer.html](http://kpzs.logout.cz/t334/popis/popis334_soubory/reg_rychlomer.html)
- [12] Obrázek registrační rychloměr firmy Hasler [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://darpol.bydgoszcz.pl/sklep/tabor-kolejowy/hasler/szybkosciomierze-i-nadajniki-hasler/>
- [13] Siemens AG – O nás. [online]. 2016. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: [https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/o\\_nas/Pages/profil\\_spolecnosti.aspx](https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/o_nas/Pages/profil_spolecnosti.aspx)

- [14] Siemens – Vectron. [online]. 2014. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: [https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty\\_a\\_sluzby/mobility-logistics/vectron/pages/vectron.aspx](https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/mobility-logistics/vectron/pages/vectron.aspx)
- [15] Pohl, J. Druhá generace interoperabilních lokomotiv. 2011. [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: [http://www.railvolution.net/czechraildays/2011/seminare/trendy\\_pohl.pdf](http://www.railvolution.net/czechraildays/2011/seminare/trendy_pohl.pdf)